



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

**VZDUCHOTECHNIKA MULTIFUNKČNÍHO
OBJEKTU**

AIR CONDITION OF MULTIFUNCTION OBJECT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ondřej Malovaný

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PAVEL UHER, Ph.D.

BRNO 2017



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Ondřej Malovaný
Název	Vzduchotechnika multifunkčního objektu
Vedoucí práce	Ing. Pavel Uher, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2016
Datum odevzdání	26. 5. 2017

V Brně dne 30. 11. 2016

doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.,
MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

- práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony, vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb

- obsah a uspořádání práce dle směrnice FAST:

- a) titulní list,
- b) zadání VŠKP,
- c) abstrakt v českém a anglickém jazyce, klíčová slova v českém a anglickém jazyce,
- d) bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690,
- e) prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora,
- f) poděkování (nepovinné),
- g) obsah,
- h) úvod,
- i) vlastní text práce s touto osnovou:

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu

B. Výpočtová část

analýza objektu – rozdělení na funkční celky VZT, 2-3 zařízení zpracovaná v tématech:

tepelné bilance,

průtoky vzduchu, tlakové poměry

distribuce vzduchu,

dimenzování potrubí a tlaková ztráta,

úpravy vzduchu, návrh VZT jednotek (hx diagramy),

útlum hluku

C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: výkresy dvoučarově, půdorysy + řezy (řešené místnosti, strojovna) legenda prvků, 1:50 (1:100) – budou uloženy samostatně jako přílohy, technická zpráva (tabulka místností, tabulka zařízení), položková specifikace, funkční (regulační) schéma

j) závěr,

k) seznam použitých zdrojů,

l) seznam použitých zkratk a symbolů,

m) seznam příloh,

n) přílohy - výkresy

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

ABSTRAKT

V první části bakalářské práce slouží k nastínění parního oběhu chlazení se zaměřením na kompresorové chlazení. Druhá část se zabývá návrhem vzduchotechniky pro první nadzemní podlaží multifunkčního objektu. Podrobně jsou řešeny všechny hlavní místnosti a hygienická zázemí všech funkčních celků. Pokrytí tepelné zátěže bude zajišťovat systém nepřímého chlazení v kombinaci se vzduchotechnickým zařízením. V poslední části je zpracována dokumentace pro realizaci těchto vzduchotechnických zařízení.

PREFACE

The first part of bachelor's thesis is used to outline the steam circulation of cooling with a focus on compressor cooling. The second part deals with the design of air technology for the first floor multifunctional building. All the main rooms and the sanitary facilities of all functional units are solved in detail. The heat load coverage will be covered by an indirect cooling system in combination with the air-conditioning system. In the last part the documentation for the realization of these air technology devices is processed.

KLÍČOVÁ SLOVA

Polyfunkční objekt, vzduchotechnická zařízení, fan-coil, hygienické zázemí, podstropní jednotka, distribuční prvky

KEY WORDS

multi-function object, air technology devices, fan-coil, sanitary facilities, underceiling unit, distribution elements

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

MALOVANÝ, Ondřej. *Vzduchotechnika multifunkčního objektu*. Brno, 2017. 36 s.

Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Pavel Uher, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 26. 5. 2017

.....

podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Petru Uhrovi, Ph.D. za odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé práce. Déle chci poděkovat mé rodině za samotnou možnost tuto práci tvořit.

OBSAH

ÚVOD	17
A – TEORETICKÁ ČÁST	19
CHLADÍČÍ TECHNIKA	20
1.1 NÁHLED DO HISTORIE CHLAZENÍ A KLIMATIZACE	20
1.2 CHLAZENÍ PRO ÚČELY KLIMATIZACE	21
1.3 DRUHY CHLADÍČÍCH ZAŘÍZENÍ, POUŽÍVANÉ V KLIMATIZACÍCH.....	22
1.4 PARNÍ OBĚHY	22
1.5 KOMPRESOROVÉ CHLAZENÍ	26
1.5.1 SKUTEČNÝ KOMPRESOROVÝ PARNÍ CYKLUS	28
1.5.2 DOSAŽENÍ VYŠŠÍ ENERGETICKÉ EFEKTIVNOSTI	29
1.6 TEPELNÉ BILANCE PARNÍHO KOMPRESOROVÉHO CYKLU	33
B – VÝPOČTOVÁ ČÁST	37
2. ANALÝZA OBJEKTU	38
2.1 POPIS OBJEKTU	38
2.2 KONSTRUKČNÍ SYSTÉM	38
2.3 ROZDĚLENÍ NA FUNKČNÍ CELKY	39
3. TEPELNÉ BILANCE	41
3.1 TEPELNÁ ZTRÁTA OBJEKTU	41
3.1.1 SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA KONSTRUKCÍ	41
3.1.2 TEPELNÁ ZTRÁTA	43
3.2 TEPELNÁ ZÁTĚŽ.....	44
3.2.1 TEPELNÁ ZÁTĚŽ Z VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ	45
3.2.1.1 TEPELNÁ ZÁTĚŽ OKNY	45
3.2.1.2 TEPELNÁ ZÁTĚŽ VNĚJŠÍCH STĚN	46
3.2.1.3 TEPELNÁ ZÁTĚŽ VNITŘNÍCH STĚN A DVEŘÍ.....	46
3.2.2 TEPELNÁ ZÁTĚŽ Z VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ.....	47
3.2.2.1 PRODUKCE TEPLA OD LIDÍ.....	47
3.2.2.2 TEPELNÁ PRODUKCE SVÍTIDEL	47
3.2.2.3 TEPELNÁ PRODUKCE OD VYBAVENÍ	47
3.2.3 VODNÍ ZISKY	48
3.2.4 CELKOVÁ TEPELNÁ ZÁTĚŽ	48
4. PRŮTOKY VZDUCHU A TLAKOVÉ POMĚRY.....	49
5. DISTRIBUCE VZDUCHU.....	50

5.1	VÍŘIVÉ VYÚSTĚ.....	50
5.2	TALÍŘOVÉ VENTILY	51
6.	DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ A TLAKOVÁ ZTRÁTA	54
7.	VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY	61
7.1	ZAŘÍZENÍ Č.1 – RESTAURACE	61
7.2	ZAŘÍZENÍ Č. 2	64
7.3	ZAŘÍZENÍ Č. 3	66
8.	CHLADÍCÍ JEDNOTKY FANCOIL	68
9.	ÚTLUM HLUKU	70
10.	IZOLACE	72
C –	PROJEKT	73
11.	TECHNICKÁ ZPRÁVA	76
11.1	ÚVOD	76
11.1.1	PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ	76
11.1.2	VÝPOČTOVÉ HODNOTY KLIMATICKÝCH POMĚRŮ	77
11.1.3	OCHRANA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ.....	77
11.1.4	VÝPOČTOVÉ HODNOTY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ	78
11.2	ZÁKLADNÍ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ	79
11.2.1	HYGIENICKÉ POŽADAVKY	80
11.2.2	TEPELNÁ ZÁTĚŽ, VLHKOSTNÍ ZISKY.....	81
11.2.3	TECHNOLOGICKÉ VĚTRÁNÍ A CHLAZENÍ	81
11.2.4	ENERGETICKÉ ZDROJE.....	81
11.3	POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ	82
11.3.1	KONCEPCE VĚTRACÍCH A KLIMATIZAČNÍCH ZAŘÍZENÍ	82
11.4	NÁROKY NA ENERGIE.....	88
11.5	MĚŘENÍ A REGULACE	89
11.5.1	EPS.....	89
11.6	POŽADAVKY NA OSTATNÍ PROFESE	90
11.6.1	STAVBA	90
11.6.2	ELEKTROINSTALACE.....	90
11.6.3	ZDRAVOTECHNIKA	91
11.6.4	ROZVOD TEPLA A CHLADU.....	91
11.7	PROTIHLUKOVÁ OPATŘENÍ.....	91
11.8	IZOLACE A NÁTĚRY	92
11.10	PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ	93

11.11	MONTÁŽ, PROVOZ A OBSLUHA ZAŘÍZENÍ	93
11.12	ZÁVĚR	93
11.13	FUNKČNÍ SCHÉMA	94
11.14	TECHNICKÁ SPECIFIKACE	97
12.	POUŽITÉ ZDROJE	101
13.	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ	102
14.	SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ	103
15.	SEZNAM PŘÍLOH	104

ÚVOD

V teoretické části této bakalářské práce zmíním historické zmínky o myšlence chlazení. Popíši základní typy parních oběhů se zaměřením zejména na kompresorové chlazení a jeho různé transformace pro zvýšení energetické efektivity

Ve výpočtové části je řešen návrh nuceného větrání v prvním nadzemním podlaží polyfunkčního objektu. Systém nuceného větrání je tvořen vzduchotechnickými jednotkami, které dopravují upravený vzduch do jednotlivých funkčních celků. Dvě vzduchotechnická zařízení jsou v provedení montáže pod strop a jedna vzduchotechnická jednotka je umístěná v exteriéru. 1NP objektu je posouzeno z hlediska tepelných ztrát a zisků pro prioritní místnosti všech funkčních celků. Pokrytí tepelné zátěže bude zajišťovat systém nepřímého chlazení v kombinaci se vzduchotechnickým zařízením.

V poslední části je vypracován projekt, který obsahuje veškerou textovou a výkresovou dokumentaci včetně technických specifikací a regulačních (funkčních) schémat. Celý projekt je vypracován ve stupni provedení pro realizaci stavby.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA MULTIFUNKČNÍHO OBJEKTU

AIR CONDITION OF MULTIFUNCTION OBJECT

A – TEORETICKÁ ČÁST

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ondřej Malovaný

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PAVEL UHER, Ph.D.

BRNO 2017

CHLADÍCÍ TECHNIKA

Chladicí technika je obor, který se zabývá procesy k dosažení nízkých teplot chladících medií, jejich udržování a využití chladu.

1.1 NÁHLED DO HISTORIE CHLAZENÍ A KLIMATIZACE

Úprava teploty a vlhkosti vzduchu bezprostředně ovlivňuje fyzický i psychický stav člověka. Z tohoto důvodu jsou tyto klimatické parametry prostředí historiky nejsledovanější.

Základní myšlenky klimatizace byly počty již ve starověkém Egyptě, kdy se instalovaly do oken obydlí svisle pověšené rákosí, které bylo zvlhčováno vodou. Odpařováním vody se ochlazoval vzduch proudící přes rákosí do místnosti. Tento vzduch proudící do místnosti byl také zvlhčován, což bylo dalším vítaným faktorem v suchém pouštním prostředí. I ve starém Římě zámožní Římané nechali obtékat akvadukty kolem zdí svého obydlí, čímž docházelo k jejich ochlazení. V tomto případě je zde vidět základní princip klimatizace – odebrání tepla ze zdiva za pomoci chladícího média, jímž byla v tomto případě voda. V 2. století byl v Číně vynalezen otočný ventilátor se sedmi koly o průměru 3m a poháněn lidskou silou. Později lidskou sílu nahradila vodní hnací síla v podobě vodního kola. Některá samotná města byla již od začátku svého vzniku koncipována tak aby zde docházelo k ochlazování za pomoci přímořského větru. Například hlavní město Malty Valletta byla postavena tak, aby všechny ulice byly na sebe vzájemně kolmé a procházely celým městem. Těmito ulicemi poté lépe proudil chladný přímořský vzduch a ochlazoval celé město. [1]

První zmínky o principu klimatizace v moderním pojetí nacházíme v roce 1820, kdy britský vědec **Michael Faraday** zjistil, že stlačené amoniak (NH_3) v kapalném stavu dokáže chladit, pokud je postupně vypouštěno. Na základě tohoto principu byla o pár desítek let později již vynalezena první klimatizace. [1]

Za skutečného vynálezce klimatizace je považován americký inženýr **Willis Carrier**, který instaloval 17. července 1902 první klimatizační systém. Tato klimatizace byla instalována v americkém New Yorku v tiskárně *Sackett-Wilhelm*, která si jej objednala, jelikož měla velké problémy s usycháním barev a mačkáním papíru kvůli vysoké teplotě a vlhkosti vzduchu. Willis Carrier postavil svoji klimatizaci na

nápadu hnát vzduch kolem trubek se studenou vodou. Tím docházelo ke srážení vodních par na těchto trubkách, čímž se ochlazoval okolní prostor. [1]

Postupem času byly instalovány podobné klimatizační systémy i do dalších tiskáren a továren. Velké uplatnění našly také v nově stavěných biographech. Koncem třicátých let byla klimatizace instalována i v americkém kongresu a také v Bílém domě.

Asi největší rozmach klimatizace přichází v padesátých letech dvacátého století. Tehdejší výrobci se postupně vypořádali s nebezpečnými chladicími médii na bázi propanu, které vystřídal dnes velmi dobře známý freon. Vynálezcem tohoto chladicího média je **Thomas Midgley**. Toho pověřila v roce 1930 *General Motors Corporation*, aby vynalezl bezpečné chladicí médium určené zejména pro domácnosti. [1]



Obrázek 1 - Vynálezce klimatizace Willis Carrier [1]

1.2 CHLAZENÍ PRO ÚČELY KLIMATIZACE

Chladicí zařízení jsou obvykle nutnou součástí zařízení klimatizačních. Podíl chlazení na provozních nákladech činí obvykle méně než 5 %. Kromě toho potřeba provozu chladicích zařízení je téměř výhradně v létě, mimo období odběrových špiček elektrického proudu. Investiční, většinou devizové náklady bývají značně větší. [1]

Chlazení probíhá ve strojních chladicích zařízeních, ve kterých se uskutečňuje uzavřený termodynamický proces. Pro strojní chlazení se nejčastěji využívají uzavřené oběhy založené na vypařování pracovní látky-chladiva. [2]

1.3 DRUHY CHLADÍCÍCH ZAŘÍZENÍ, POUŽÍVANÉ V KLIMATIZACÍCH

Chladicí zařízení, která přicházejí v úvahu při požití v běžné klimatizaci lze rozdělit do tří skupin: zařízení **kompresorová**, **absorpční** a **hybridní**. Existují i další principy využitelné pro produkci chladu a to **Stirlingův oběh**, **paroproudý oběh** a **termoelektrická chladicí zařízení**. Jejich efektivnost je výrazně nižší, nebo jsou obtížně realizovatelné, což je příčinou jejich významně nižšího zastoupení na trhu. Nejčastější jsou dnes používána zařízení kompresorová. Použití absorpčních zařízení je omezeno na případy, kdy je nízká cena tepla, případně je-li k dispozici odpadní teplo o dostatečné teplotní úrovni (alespoň 100 °C). [1]

Pro klimatizaci přichází v úvahu využití chladu dvojím způsobem: buď **přímé** chlazení chladivem (výparník chladí vzduch) nebo **nepřímé** chlazení (výparník chladí kapalinu, která v dalším výměníku chladí vzduch). Prvý způsob se dnes využívá hlavně u menších zařízení a u chlazení na nízké teploty. V běžné klimatizaci převládá způsob druhý, pro své regulační a provozní přednosti. Hlediska pro výběr zařízení jsou tato: [4]

- investiční náklady, možnost dodávky,
- požadovaný výkon, charakteristika chladicího zařízení při menších výkonech, regulovatelnost,
- vlastnosti chladiva a jeho toxicita,
- potřeba prostoru, požadavky na strojovnu, možnost dopravy a instalace,
- provozní vlastnosti: potřeba obsluhy, údržba, hlučnost,

1.4 PARNÍ OBĚHY

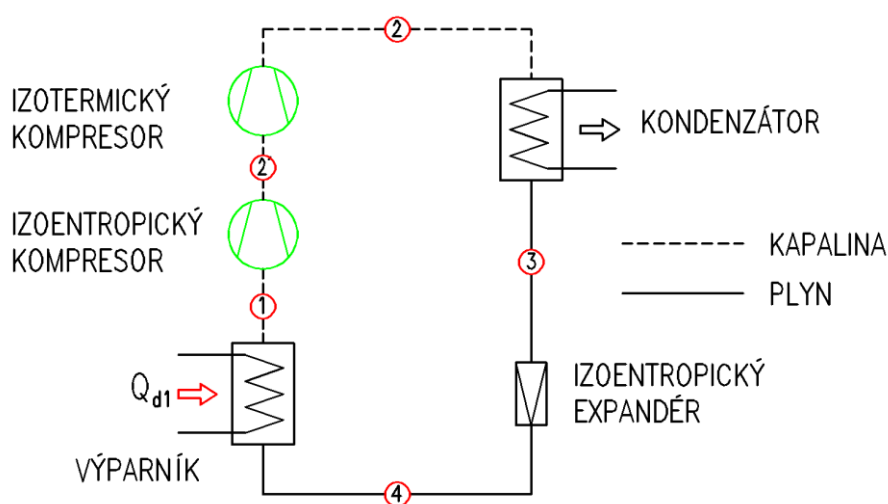
V chladícím zařízení cirkuluje stále určité množství chladiva. Teplo z ochlazované látky přechází do kapalného chladiva při nízké teplotě, to mění přijetím tepla své skupenství. Přívodem další energie se páry chladiva stlačí a převedou na vyšší teplotní hladinu a za toho stavu se z nich teplo odvede do chladicí látky. Páry chladiva přitom zkondenzují a kapalné chladivo se vrací po snížení tlaku a teploty do výchozího stádia. [4]

K hodnocení základních zákonitostí a pro porovnání se skutečnými oběhy chladicích zařízení se používají dva porovnávací oběhy s hraniční hodnotou termodynamické procesů účinností, která je v praxi nedosažitelná.

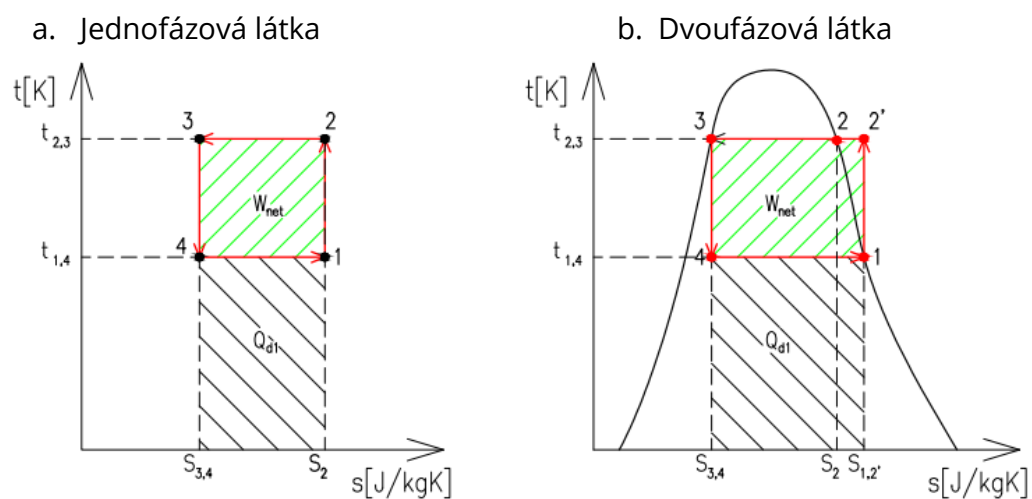
V případě přívodu a odvodu tepla při konstantních teplotách (skupenská přeměně jednosložkové látky nebo směsi látek) se používá **Carnotův oběh** (Obrázek 2), poskládaný z vratných izotermických a izoentropických procesů.

Hodnocení termodynamické efektivnosti chladicích oběhů je založeno na porovnání množství užitečně získané energie a energie nevyhnutelně potřebné k uskutečnění oběhu. V případech přivedení a odvedení tepla při proměnlivých teplotách (skupenská přeměna směsi látek, ohřev nebo ochlazení látky při neizotermických změnách) se používá **Lorenzův oběh** (Obrázek 5), složený z izoentrop a obecných neizotermických procesů

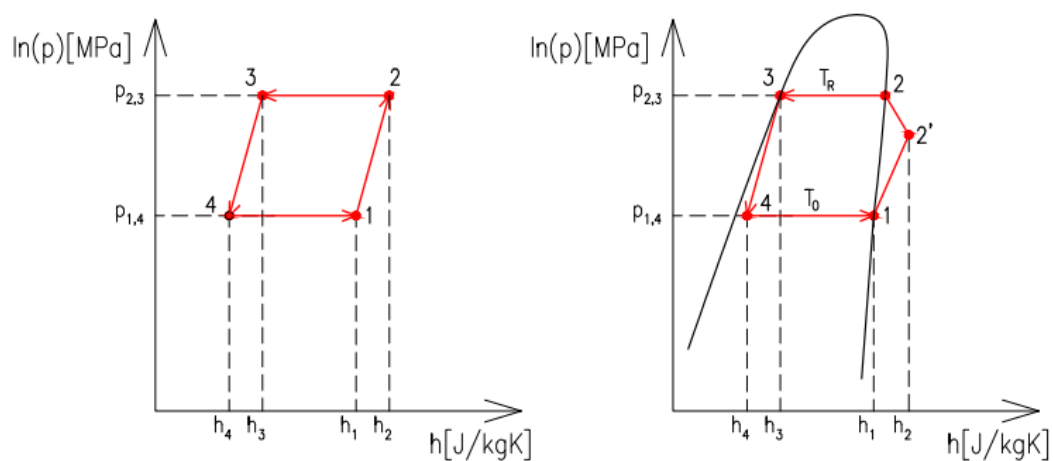
Skutečné oběhy se od uvedených teoretických oběhů odlišují v důsledku nevratnosti jednotlivých procesů způsobených výměnou tepla s okolím, hydraulickými ztrátami, konečnými rozdíly teplot a některými procesy uskutečněnými jinými způsoby. Ke skutečnému parnímu kompresorovému chladicímu oběhu se nejvíce blíží **Clausius-Rankinův** (C-Rankinův) (Obrázek 6) porovnávací (idealizovaný) oběh, složený z izobarického přívodu a odvodu tepla, izoentropického stlačování syté páry a ze snížení tlaku skrčením vroucí kapaliny. [1]



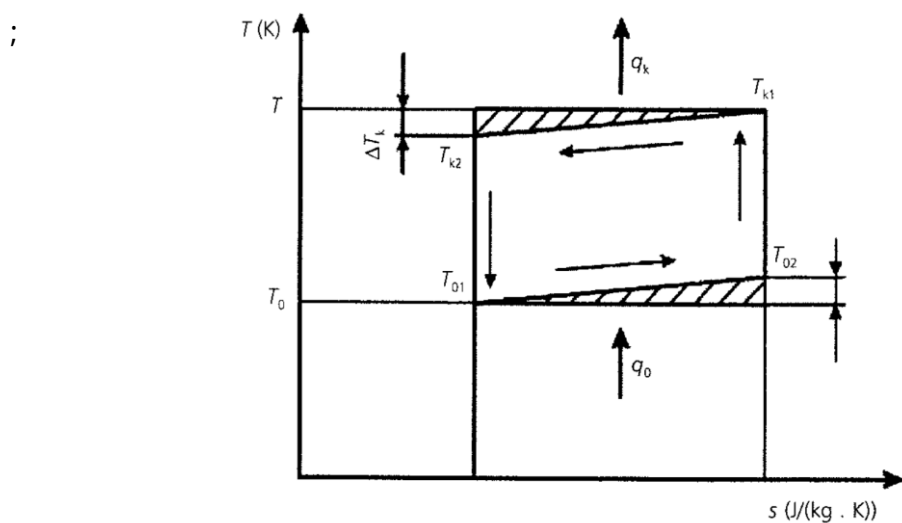
Obrázek 2 - Obrácený Carnotův cyklus ve dvoufázové látce



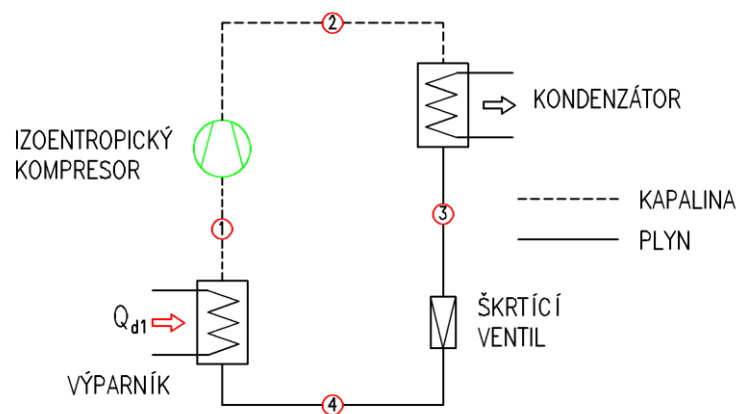
Obrázek 3 - Carnotův obrácený cyklus v t-s diagramu



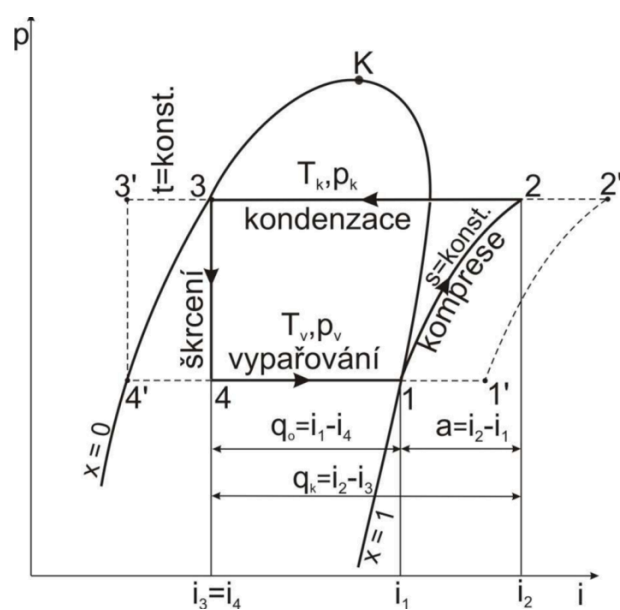
Obrázek 4 - Carnotův obrácený cyklus v $\ln(p)$ -h diagramu



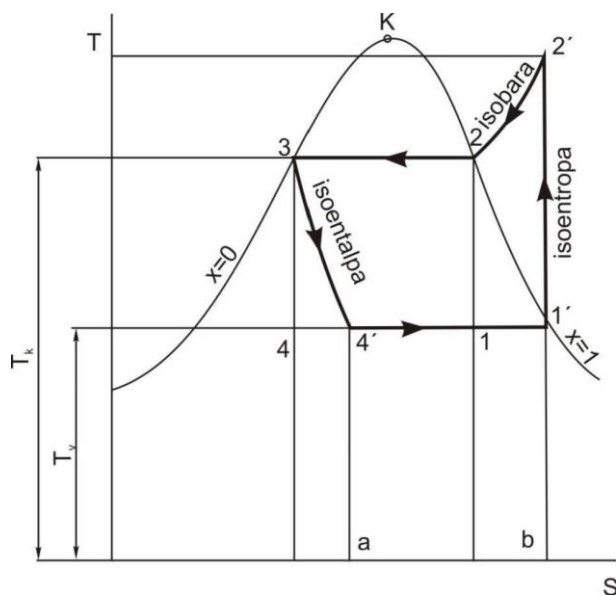
Obrázek 5 - Lorenzův porovnávací chladicí oběh v diagramu T-s [1]



Obrázek 6 - Clausius - Rankinův cyklus



Obrázek 7 - C-Rankinův cyklus v $\ln(p)$ -h diagramu [2]

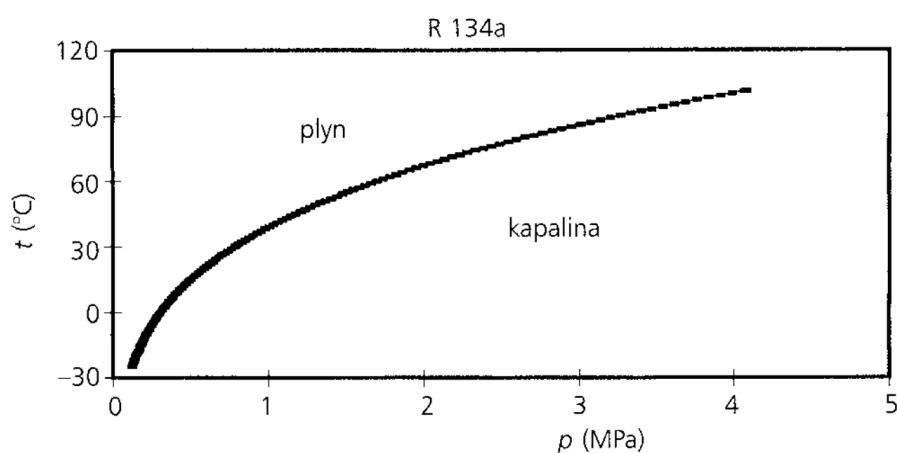


Obrázek 8 - C-Rankinův cyklus v T-s diagramu

1.5 KOMPRESOROVÉ CHLAZENÍ

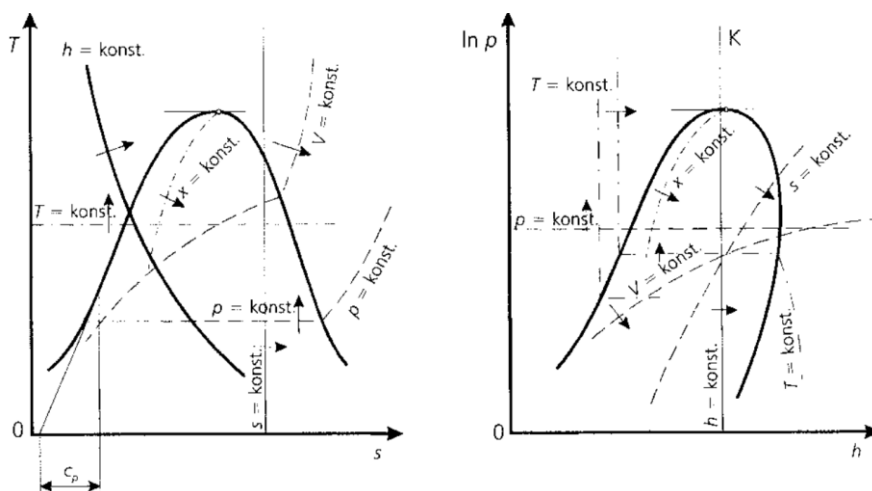
Kompresorové chlazení zastupuje nejběžněji užívaný typ chladicího zařízení s širokým rozsahem užíváním. Hnacím prvkem je v tomto případě kompresor použitý ke stlačování par chladiva. U parního kompresorového chladicího oběhu pracovní látka trvale obíhá v zařízení a cyklicky mění kapalně skupenství na parní a naopak. Z hlediska termodynamiky pracovní látka vykonává kruhový oběh, tj. uzavřený cyklus. [4]

Pracovní podmínky parního kompresorového oběhu jsou charakterizovány vlastnostmi pracovní látky oběhu, jako je např. závislost teploty varu na tlaku.



Obrázek 9 - Závislost teploty varu pracovní látky oběhu na tlaku [4]

Změny stavu pracovních látek chladicího oběhu se nejčastěji znázorňují pomocí diagramu T - s a $\ln p$ - h .

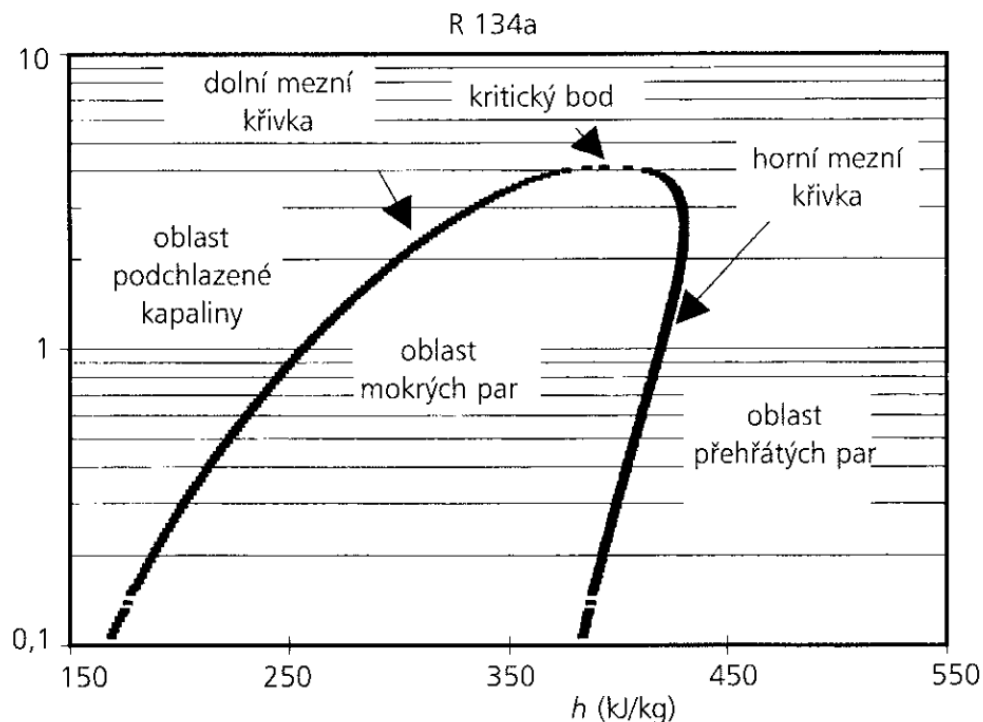


Obrázek 10 - Diagramy T - s a $\ln p$ - h , základní termodynamické procesy [4]

Změny stavu pracovních látek chladicího oběhu se nejčastěji znázorňují pomocí diagramů se souřadnicemi tlak - entalpie (stupnice tlaku je obvykle logaritmická). Diagram $\log p-h$ pro určitou pracovní látku (R 134a) [4]

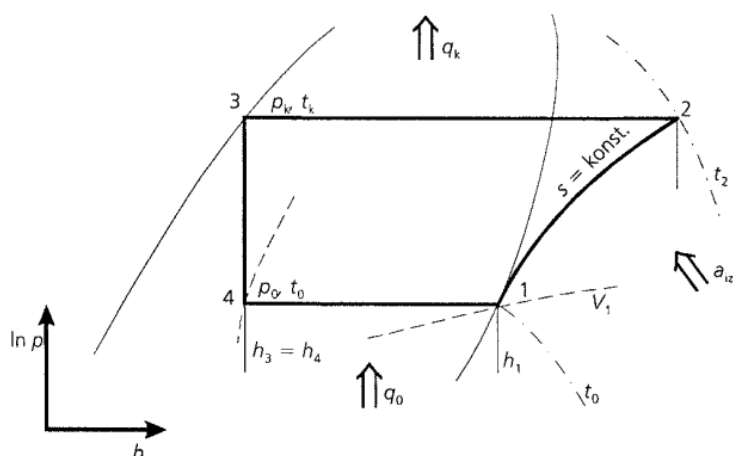
Diagram konstruovaný pro danou pracovní látku rozděluje mezní křivka na několik oblastí.:

- Levá nebo spodní mezní křivka určuje kapalinu při varu (sytá kapalina), charakterizuje stav látky, v němž právě začíná var (vypařování nebo končí kondenzace).
- Pravá nebo horní mezní křivka určuje sytou páru, která je v rovnováze s vroucí kapalinou, charakterizuje stav látky, v němž právě skončilo vypařování nebo začíná kondenzace.
- Vlevo od spodní mezní křivky je oblast podchlazené kapaliny.
- Vpravo od horní mezní křivky jsou stavy přehřátých par.
- V místě mezi dvěma částmi mezní křivky je směs syté páry a syté kapaliny; nazývá se též mokrá pára.
- Spodní a horní mezní křivka se spojují v kritickém bodě.
- Kritický bod charakterizují kritické stavové veličiny určené danou pracovní látkou - kritický tlak p_t (MPa), kritická teplota t_k (°C) a měrný objem V_k (m³/kg)



Obrázek 11 - Diagram $\ln p-h$, charakteristické oblasti [4]

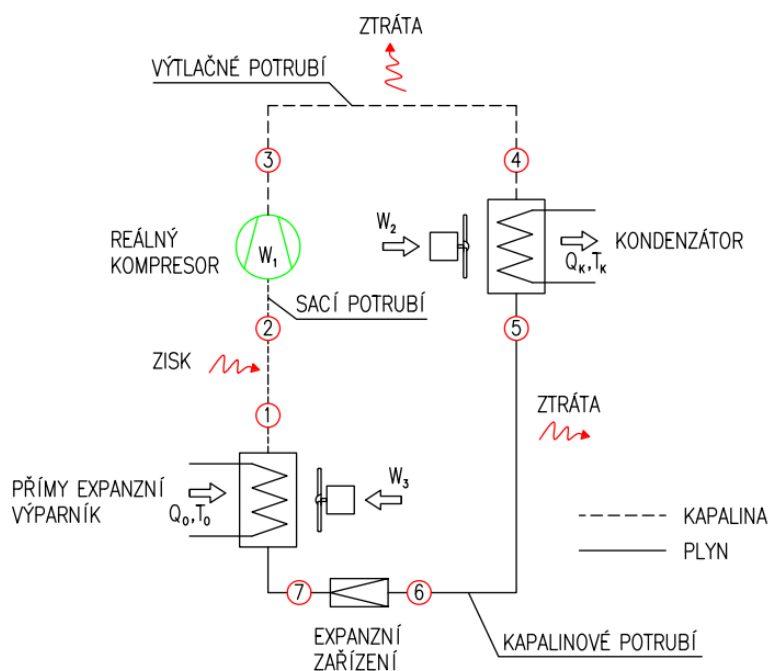
Základní zapojení parního kompresorového oběhu chladicího má čtyři základní prvky, které po propojení vykonají funkci zařízení.



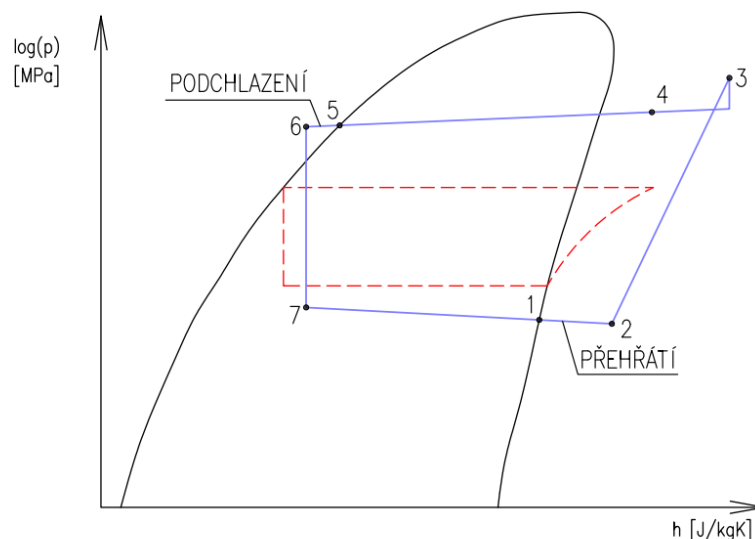
Obrázek 12 - Schéma základního zapojení parního kompresorového chladicího zařízení [4]

- 4 - 1** Izotermická expanze - vypařování chladiva
- 1 - 2** Izoentropická komprese – kompresor zvyšuje tlak a teplotu páry
- 2 - 3** Izobarická komprese – kondenzace páry
- 3 - 4** Izoentalpická expanze – snížení tlaku a teploty do výchozího bodu

1.5.1 SKUTEČNÝ KOMPRESOROVÝ PARNÍ CYKLUS



Obrázek 13 – Schéma skutečného parního kompresorového oběhu



Obrázek 14 - Schéma skutečného parního kompresorového oběhu v ln-p-h diagramu

1.5.2 DOSAŽENÍ VYŠŠÍ ENERGETICKÉ EFEKTIVNOSTI

Vlivem podchlazení kapalného chladiva se zvětší hmotnostní i objemová chladivost. Tento proces probíhá ve výměníku zařazeném mezi kondenzátor a škrticí orgán. Podchlazení je možné uskutečnit dvěma způsoby:

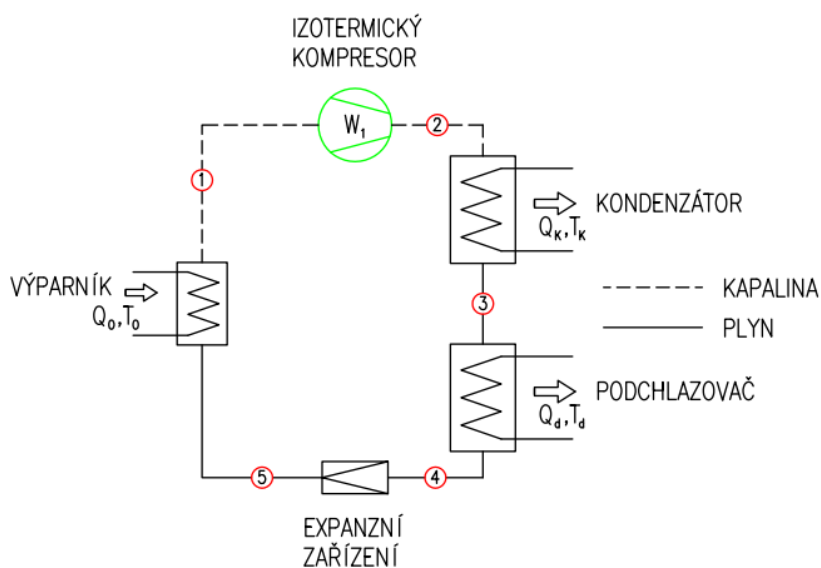
- Vložení **podchlazovače** za kondenzátor. Odváděním podchlazovacího tepla mimo oběh, je-li k dispozici látka chladnější než látka k odvádění tepla z kondenzátoru. Odpadní teplo z podchlazovače se využívá např. na ohřev teplé vody.
- Vřazení do oběhu **vnitřní výměník tepla**. Tento výměník odvádí podchlazovací teplo do par nasávaných z výparníku do kompresoru.

Jednostupňový způsob stlačení chladiva není vhodný ve všech případech vyskytujících se v praxi z těchto důvodů:

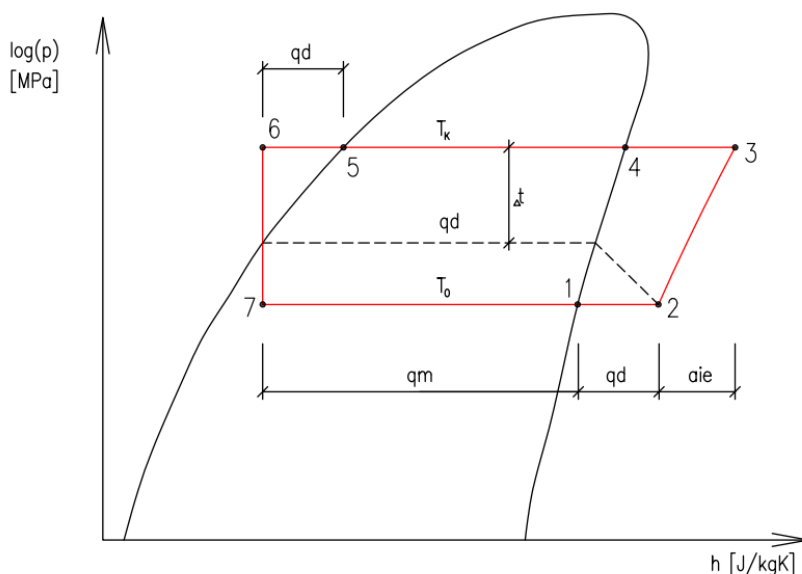
- klesá-li výparná teplota, roste tlakový poměr p_k/p_v , což způsobuje zvýšení výtláčné teploty s negativním působením na mazací olej a klesání hmotnostní i objemové chladivosti (vyžaduje zvětšení rozměrů kompresoru) při poklesu dopravní a mechanické účinnosti kompresoru;

- v některých praktických případech jsou potřebné minimálně dvě různé teploty vypařování (zařízení s minimálně dvěma povinnostmi). [4]

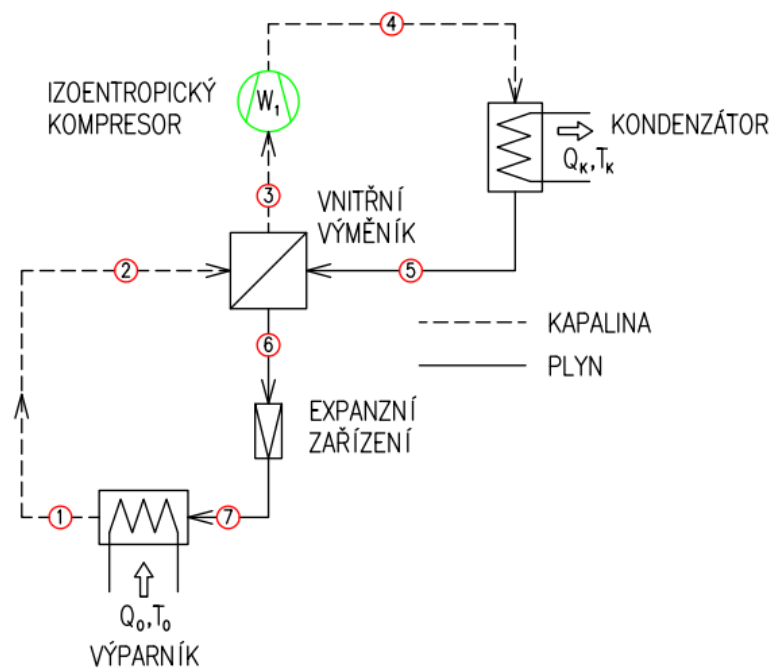
Oba uvedené případy se řeší vícestupňovou kompresí, při níž se kompresní proces dělí na více stupňů se stejným kompresorovým poměrem mezi každým stupněm. Příklad dvoustupňového chladicího zařízení s parním oběhem v základním uspořádání s jednou chladicí povinností a **průchozí středotlakou nádobou**. Největší význam z hlediska hospodárnosti vícestupňového oběhu má zchlazení chladivá mezi jednotlivými stupni, jemuž je úměrná ušetřená práce na kompresi. Tento proces se uskutečňuje ve směšovacím výměníku, který se nazývá středotlaká nádoba. [4]



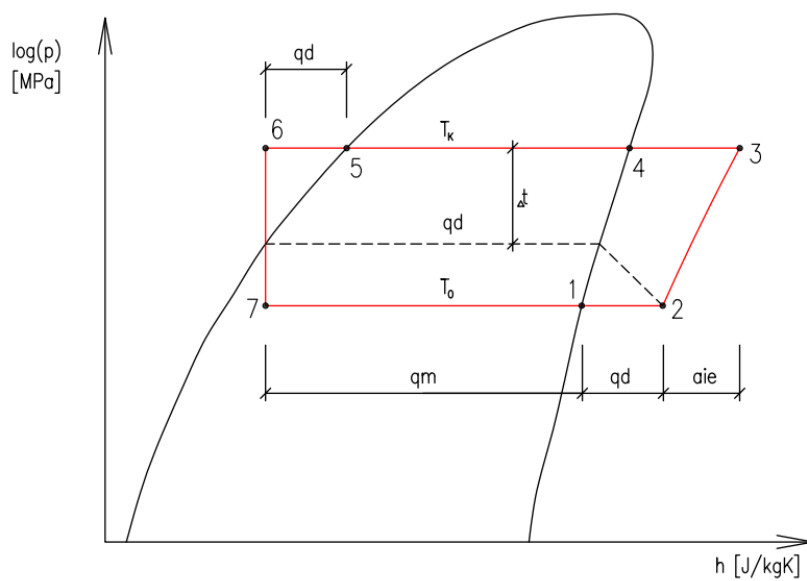
Obrázek 16 - Jednostupňový parní oběh s podchlazením kapalně fáze



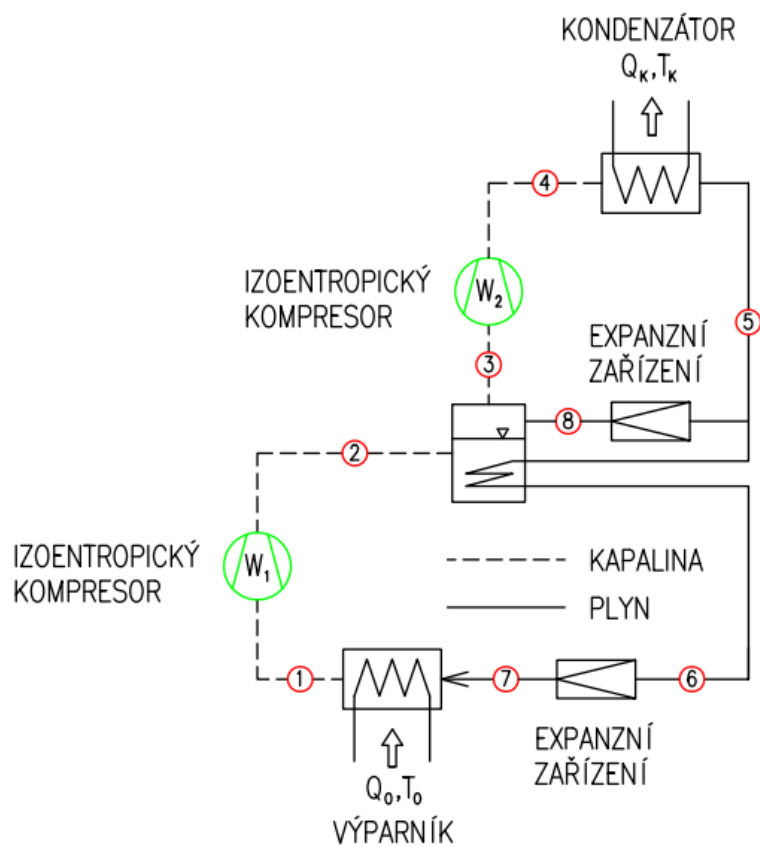
Obrázek 15 - Jednostupňový parní oběh s podchlazením kapalně fáze v ln p-h diagramu



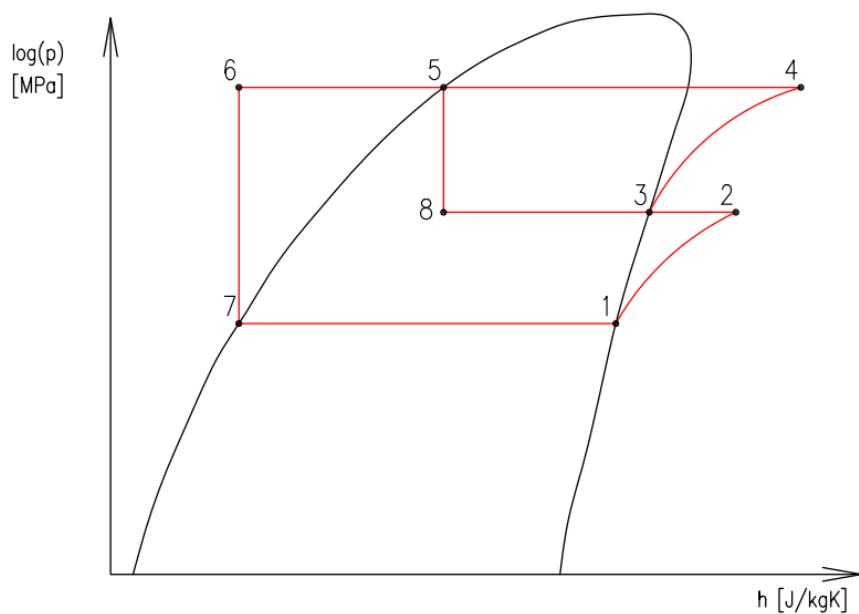
Obrázek 17 - Jednostupňový parní oběh s vnitřním výměníkem tepla



Obrázek 18 - Jednostupňový parní oběh s vnitřním výměníkem tepla ln p-h diagram

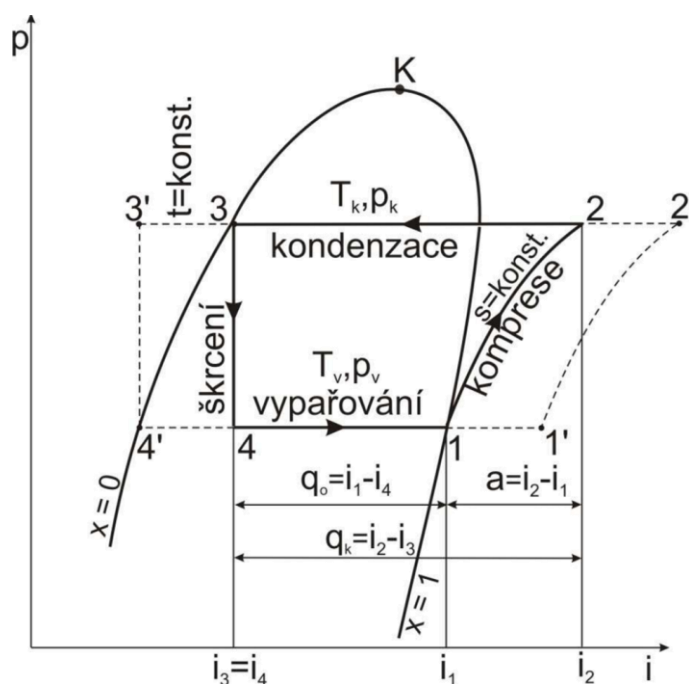


Obrázek 19 - Dvoustupňové zapojení se středotlakou neprůchozí nádobou



Obrázek 20 - dvoustupňové zapojení se středotlakou neprůchozí nádobou ln p - diagram

1.6 TEPELNÉ BILANCE PARNÍHO KOMPRESOROVÉHO CYKLU



Tepelná bilance oběhu, jemuž se přivádí teplo Q_0 energie W a odvádí se teplo Q_k

$$Q_0 + W = Q_k \quad [W] \quad (1.1)$$

- Vypařování – izobarický děj, při němž se ve výparníku přivádí teplo mokré páře (bod 4), tak že se její kapalná složka varem mění na páru, o které v teoretickém oběhu předpokládáme, že je právě nasycena, nebo se nachází v oblasti přehřátých par (bod 1).

Pro **hmotnostní chladivost** můžeme psát:

$$q_0 = i_1 - i_4 \quad [J/kg] \quad (1.2)$$

Pro docílení požadovaného chladicího výkonu Q_0 je zapotřebí určitý **průtok chladiva** ve všech částech okruhu.

$$m = \frac{Q_0}{q_0} \quad [\text{kg/s}] \quad (1.3)$$

- Stlačování (komprese) - teoreticky adiabatický děj, který vede ke zvyšování tlaku par na hodnotu kondenzačního tlaku. Ve skutečnosti se však jedná o děj polytropický s různým průběhem polytropy.

Měrná izoentropická **práce kompresoru** je dána:

$$a_{ie} = i_2 - i_1 \quad [\text{J/kg}] \quad (1.4)$$

Izoentropický **příkon kompresoru**

$$P_{ie} = m \cdot (h_2 - h_1) \quad [\text{W}] \quad (1.5)$$

- Kondenzace – přehřátá pára se nejprve ochlazuje na stav nasycení a poté kondenzuje na kapalinu, případně je dále podchlazena (bod 3).

Při jednotkovém průtoku je odvedeno teplo:

$$q_k = i_2 - i_3 \quad [\text{J/kg}] \quad (1.6)$$

Pro **kondenzační výkon** platí:

$$Q_k = Q_0 + P_{ie} = m \cdot q_k \quad [\text{W}] \quad (1.7)$$

- Škrcení – izoentalpický děj, při kterém dochází k redukci tlaku z p_k na p_o . Škrcením vždy vznikne mokrá pára o určitém měrném obsahu syté páry a vroucí kapaliny.

Energetická efektivnost vyjadřuje poměr energetických toků hodnocených jako užitek (zisk) z daného zařízení k tokům vynaloženým (dodaným do zařízení) na získání užitečných toků. Pro vyjádření energetické efektivnosti chladicích oběhů se ve světě používá pojem výkonové číslo (označuje se **COP** - zkratka anglického výrazu Coefficient of Performance).

$$\text{COP} = \frac{\text{VYUŽITELNÝ CHLADÍCÍ EFEKT}}{\text{ENERGIE DODÁVANÁ Z EXTERNÍHO ZDROJE}} \quad \text{COP} = \frac{Q_0}{P_{ie}} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} \quad (1.8)$$

Měřítkem efektivnosti daného cyklu je podíl jeho chladicího faktoru a chladicího faktoru ideálního vratného cyklu /obráceného Carnotova.

$$\eta = \frac{\text{COP}}{\text{COP}_{\text{CARNOT}}}$$



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA MULTIFUNKČNÍHO OBJEKTU

AIR CONDITION OF MULTIFUNCTION OBJECT

B – VÝPOČTOVÁ ČÁST

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ondřej Malovaný

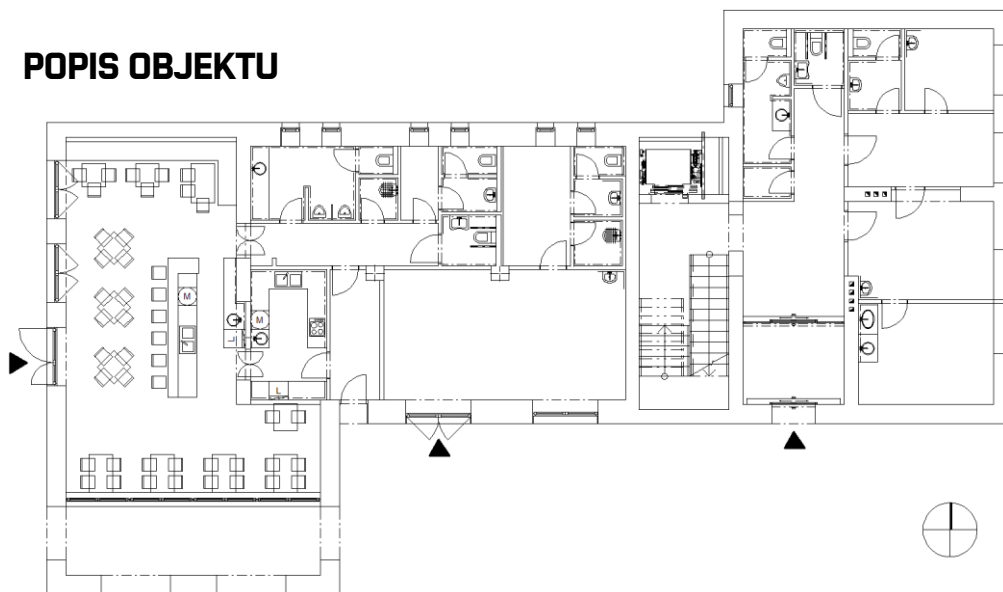
VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PAVEL UHER, Ph.D.

2. ANALÝZA OBJEKTU

2.1 POPIS OBJEKTU



Jedná se o multifunkční objekt umístěný ve městě Vsetín. Budova obsahuje tři nadzemní a jedno podzemní podlaží. Na tomto projektu je zájem řešení pouze prvního nadzemního podlaží. První nadzemní podlaží je již stavebně děleno do tří celků a to jako restaurace, prodejna a zdravotnické zařízení. Každý celek má svůj samostatný vstup. Do restaurace je vstup situován na západ a do prodejny a zdravotnického zařízení jsou vstupy orientovány na jih.

V 1NP se tedy nachází restaurace s hygienickým zázemím pro hosty, přípravou studených jídel a šatny personálu dále prodejna s šatnou a toaletou pro zaměstnance a jako poslední celek je zde zdravotnické zařízení, které obsahuje ordinaci, sesternu, čekárnu, šatnu pro zdravotní personál a hygienické zařízení pro pacienty.

2.2 KONSTRUKČNÍ SYSTÉM

Konstrukční systém budovy je zděný z keramických tvárnic s konstantním zateplením. Jak podzemní podlaží, tak i v druhé nadzemní podlaží je řešeno jako pobytové z toho důvodu při výpočtu tepelných ztrát vodorovné konstrukce zanedbáváme. Konstrukční výška je zde 3,85 m a světlá výška je 3,6 m. Ve všech prostorech 1NP jsou instalovány podhledy ve výšce 2,8m s výjimkou chodby a hygienického zázemí ve zdravotnickém zařízení.

Ve všech hlavních místnostech všech funkčních celků bude pro pokrytí tepelné zátěže navrhnut systém nepřímého chlazení v kombinaci se vzduchotechnickým zařízením

2.3 ROZDĚLENÍ NA FUNKČNÍ CELKY

Z hlediska návrhu vzduchotechnického zařízení je zde nutno rozdělit toto námi řešené podlaží do tří samostatně fungujících celku.

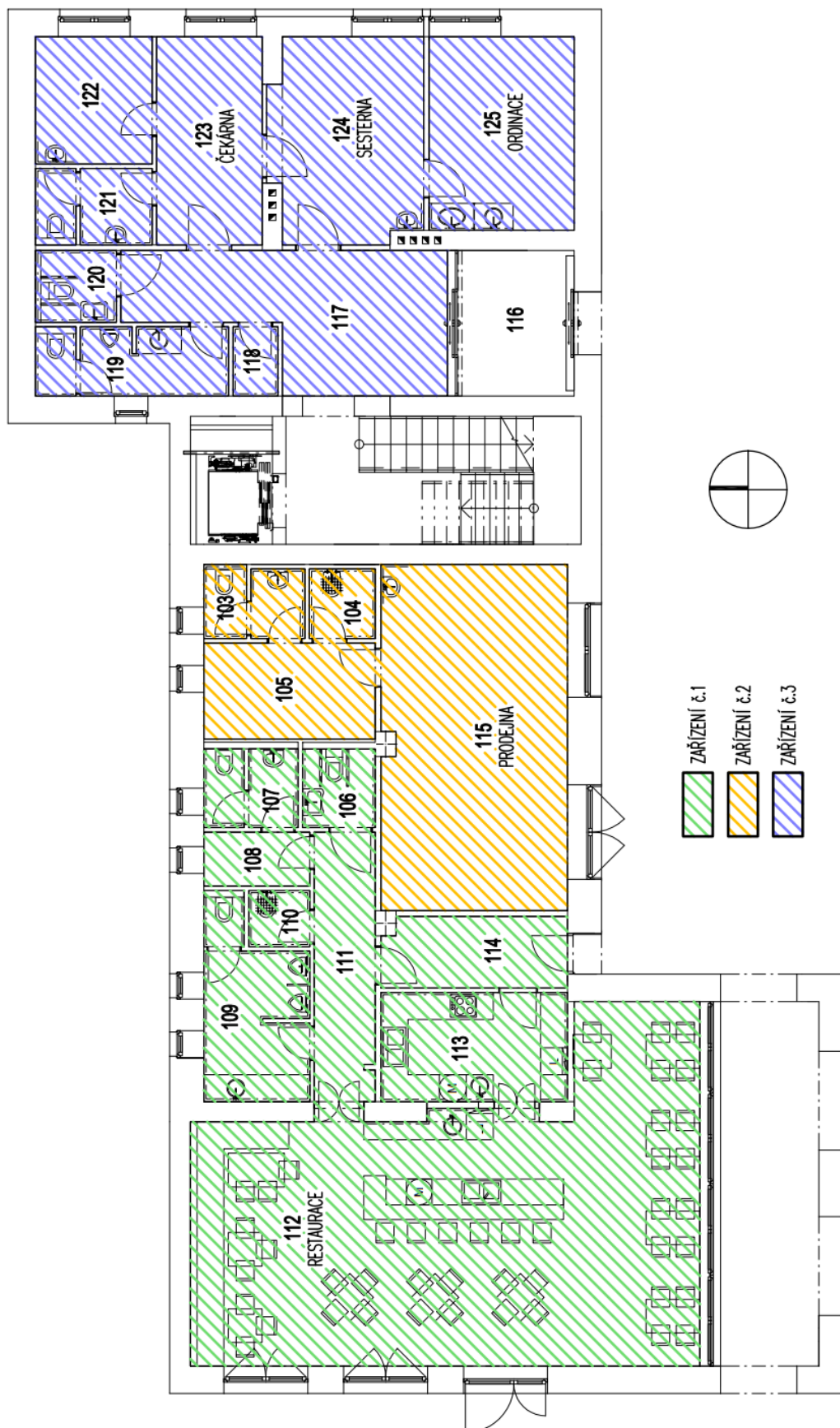
Prvním celkem je restaurace s přípravnou studených pokrmu, hygienickým zázemím pro hosty a šatnou pro personál restaurace. Tento celek bude řešen vzduchotechnickým zařízením č.1.

Druhým celkem je prodejna s šatnou a toaletou pro zaměstnance. Tento celek bude řešen vzduchotechnickým zařízením č.2.

Třetím celkem je zdravotnické zařízení, které obsahuje ordinaci, sesternu, čekárnu, šatnu pro zdravotní personál a hygienické zařízení pro pacienty. Tento celek bude řešen vzduchotechnickým zařízením č.3.

		m ²	m ³	m
Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV	PLOCHA	OBIEM	SV. VÝŠKA MÍSTNOSTI
Zařízení č.1 - Restaurace				
106	WC ŽENY A IMOBILNÍ	3,0	8,5	2,8
107	WC PERSONÁLU	3,8	10,7	2,8
108	ŠATNA PERSONÁLU	2,8	7,9	2,8
109	WC MUŽI	9,0	25,2	2,8
110	ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	1,7	4,8	2,8
111	CHODBA	8,2	22,8	2,8
112	RESTAURACE	68,5	191,9	2,8
113	PŘÍPRAVNA	10,1	28,3	2,8
114	SKLAD	6,5	18,1	2,8
Σ		113,7	318,2	-
Zařízení č.2 - Prodejna				
115	PRODEJNA	31,9	89,2	2,8
103	WC PERSONÁLU	3,6	10,1	2,8
104	ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	2,4	6,8	2,8
105	ŠATNA PERSONÁLU	8,2	23,0	2,8
Σ		46,1	129,1	-
Zařízení č.3 - Zdravotnické zařízení				
117	VSTUPNÍ HALA	18,3	47,58	2,6
118	SKLAD ODPADU	1,5	4,0	2,6
119	WC MUŽI	6,5	16,8	2,6
120	WC ŽENY A IMOBILNÍ	2,9	7,5	2,6
121	WC PERSONÁLU	4,3	12,0	2,8
122	ŠATNA PERSONÁLU	7,3	20,4	2,8
123	ČEKÁRNA	11,0	30,8	2,8
124	SESTERNA	15,1	42,3	2,8
125	ORDINACE	13,9	39,0	2,8
Σ		80,8	220,4	-

Tabulka 1 - Prostorové parametry



Obrázek 21 - Rozdělení na funkční celky

3. TEPELNÉ BILANCE

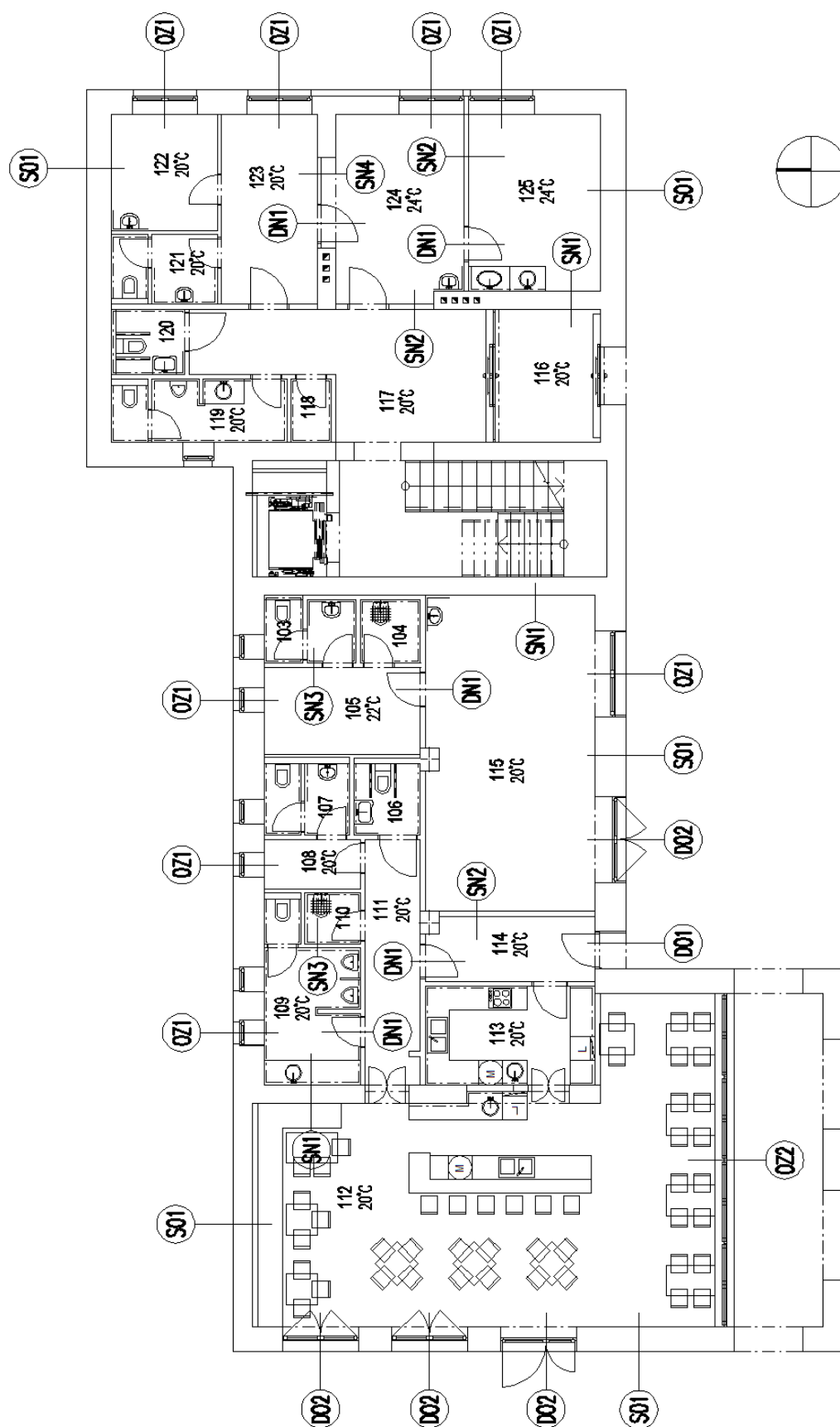
3.1 TEPELNÁ ZTRÁTA OBJEKTU

3.1.1 SOUČinitele PROSTUPU TEPLA KONSTRUKCÍ

Součinitele vypočteny dle internetového kalkulátoru na stránkách www.tzb-info.cz v záložce vytápění, karta výpočty a zde prostup tepla více vrstvou konstrukcí. Zde byla specifikována lokalita stavby jako Vsetín teplotní oblastí 2 a nadmořskou výškou 387 m n.m.. Teploty v místnostech byly zadány viz. obrázek označující konstrukce a teploty místností. Souvrství daných konstrukcí bylo vzato ze stavební dokumentace.

Tabulka 2 - Součinitele prostupu tepla zadaných konstrukcí

Číslo konstrukce	Název	U_k
SO1	Stěna ochlazovaná	0,19 W/m ² K
SN1	Neochlazená 450mm	1,15 W/m ² K
SN2	Porotherm 125mm	1,36 W/m ² K
SN3	Porotherm 100mm	1,63 W/m ² K
SN4	Porotherm aku 115mm	1,53 W/m ² K
OZ1	Okno zdvojené	1,20 W/m ² K
OZ2	Okno bezrámové	1,20 W/m ² K
DO1	Dveře ochlazované	1,20 W/m ² K
DO2	Dveře ochlazované voukřídlo	1,20 W/m ² K
DN1	Dveře vnitřní	2,00 W/m ² K
STR1	Strop mezi podlažími	1,21 W/m ² K



Obrázek 22 - typy zadaných konstrukcí

3.1.2 TEPELNÁ ZTRÁTA

Vzorový výpočet tepelné ztráty pro restauraci místnost č.122. Teplota exteriéru je uvažována v zimě -15°C a vnitřní teplota v zimním období 20°C. Ztráta větráním se zanedbává tuto složku tepelně pokrývá vzduchotechnická jednotka zařízení č.2.

Tabulka 3 - Tepelná ztráta místnost č. 115

Místnost:	115	Výp. t. místnosti	20					
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k ·U _{kc} ·e _k	
SO1	Stěna ochlazovaná	10,260	0,189	0,02	0,209	1,00	2,14	
OZ1	Okno zdvojené	3,550	1,2	0,02	1,22	1,00	4,33	
DO2	Dveře ochlazované voukřídlo	3,710	1,2	0,02	1,22	1,00	4,53	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí H _{T,ie} =							11,00	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A _k	U _k	f _{ij}	A _k ·U _{kc} ·f _{ij}			
SN1	Neochlazená 450mm	0,000	1,15	0,00	0,00			
SN2	Porotherm 125mm	0,000	1,36	0,00	0,00			
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. H _{T,ij} =							0,00	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{T,i} = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ij} + H _{T,ig}								11,00
θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem Φ _{T,i} (W)				
20	-15	35	11,00	385,05				
Tepelná ztráta větráním – přirozené větrání								
Objem místnosti V _i (m ³)	Výpočtová v. teplota θ _e	Výpočtová v. teplota θ _{int,i}	Hygienické požadavky					
			n (h ⁻¹)	V _{min,i} (m ³ /h)				
89,2	-15	20	0	0,00				
Počet nechráněných otvorů	Výškový korekční činitel ε	Činitel zaclonění e	n ₅₀	Množství vzduchu infiltrací V _{inf,i} (m3/h)				
3	1	0,03	1	5,35				
Výpočet tepelné ztráty větráním								
max. z V _{min,i} , V _{inf,i}	H _{v,i}	θ _{int,i} - θ _e	Ná. te. ztráta větráním Φ _{v,i} (W)					
5,352	1,82	35	63,69					
Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost 115								
Φ _{HL,i} = Φ _{T,i} + Φ _{v,i} + Φ _{RH} =			450 W					

3.2 TEPELNÁ ZÁTĚŽ

Vzorový výpočet tepelné bilance pro prodejnu místnost č.115. Tepelnou zátěž v této místnosti odvádí systém nepřímého chlazení v kombinaci vzduchotechnické jednotky.

Vstupní hodnoty

Rozměr místnosti: Plocha $S = 31,85 \text{ m}^2$
světla výška s.v. = 2,80 m

Teplota v místnosti: $t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$

Venkovní teplota $t_e = 32 \text{ }^\circ\text{C}$

V okolní místnosti $t_{i2} = 28 \text{ }^\circ\text{C}$

Stínící součinitel: 0,15

Počet osob: 6

	Dveře	Okno	
počet	1	1	ks
rozměr	a = 2,10	2,1	m
	b = 2,33	2,33	m
šířka rámu	š.r. = 0,10	0,12	m
výška zasklení	la = 2,13	2,09	m
šířka zasklení	lb = 1,74	1,70	m
odstup od svislé stínící překážky	f = 0,10	0,12	m
odstup od vodorovné stínící překážky	g = 0,10	0,12	m
hloubka okna (venkovní nadpraží)	c = 0,21	0,25	m
hloubka okna (venkovní ostění)	d = 0,21	0,25	m

Okna jsou pouze na jihozápadní fasádě. Dle tabulky č. 10 normy ČSN 73 0548 [4] je maximální intenzita sluneční radiace I_o na J fasádu v 12 hodin.

- výška slunce nad obzorem $h = 60^\circ$
- sluneční azimut $\alpha = 180^\circ$
- azimut stěny $\gamma = 180^\circ$
- maximální intenzita procházející sluneční radiace $I_o = 435 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$
- intenzita difuzní radiace $I_{\text{diff}} = 141 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$

3.2.1 Tepelná zátěž z vnějšího prostředí

3.2.1.1 Tepelná zátěž okny

$$e_1 = c \cdot \tan|\alpha - \gamma| \text{ (m)} \quad (1.1)$$

$$e_2 = d \cdot \frac{\tan h}{\cos|\alpha - \gamma|} \text{ (m)} \quad (1.2)$$

e_1	vodorovný stín
e_2	svislý stín
c	hloubka okna (venkovní nadpaží)
d	hloubka okna (venkovní ostění)
h	výška slunce od obzoru
α	sluneční azimut
γ	azimut stěny

Okno:	$e_1 = 0,00\text{m}$	Dveře:	$e_1 = 0,00\text{m}$
	$e_2 = 0,08\text{m}$		$e_2 = 0,07\text{m}$

Osluněná část okna

$$S_{OS} = [l_a - (e_1 - f)] \cdot [l_b - (e_2 - g)] \text{ (m}^2\text{)} \quad (1.3)$$

l_a	výška zasklení
l_b	šířka zasklení
f	odstup od svislé stínící překážky (šířka rámu)
g	odstup od vodorovné stínící překážky (šířka rámu)
c	hloubka okna (venkovní nadpaží)
d	hloubka okna (venkovní ostění)

Okno:	$S_{OS1} = 3,85\text{m}^2$	Dveře:	$S_{OS2} = 3,95\text{m}^2$
--------------	--	---------------	--

Tepelný zisk sluneční radiací

$$Q_{Or} = [S_{OS} \cdot I_o \cdot c_o + (S_o - S_{OS}) \cdot I_{o \text{ dif}}] \cdot s \text{ (W)} \quad (1.4)$$

S_{OS}	osluněný povrch okna (m ²)
S_o	plocha zasklení (m ²)
I_o	celková intenzita sluneční radiace, procházející standardním jednoduchým zasklením (W·m ⁻²)
$I_{o \text{ dif}}$	intenzita difúzní sluneční radiace, procházející standardním jednoduchým zasklením (W·m ⁻²)
c_o	korekce na čistotu atmosféry ($c_o = 0,85$)
s	stínící součinitel (-)

Okna:	$Q_{Or}/1 \text{ okno} = 186 \text{ W}$	$s = 0,15$ (vnější žaluzie lamely 45° tmavé)
	$Q_{Or} = 186 \text{ W}$	

Dveře:	$Q_{Or}/1 \text{ dveře} = 1607 \text{ W}$	$s = 0,9$ (pouze dvojité sklo)
	$Q_{Or} = 1607 \text{ W}$	

Celkový tepelný zisk sluneční radiací do místnosti: **$Q_{Or} = 1793 \text{ W}$**

Tepelné zisky oken konvekci

$$Q_{Ok} = S_{ok} \cdot U_w \cdot (t_e - t_i) \text{ (W)} \quad (1.5)$$

S_{ok} plocha okna (m^2)
 U_w součinitel prostupu tepla okna ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)
 t_e teplota vnějšího vzduchu pro určenou hodinu (J, 12 hodin, $t_e = 50,2^\circ C$)

Okna: $Q_{ok}/1 \text{ okno} = 103 \text{ W}$
 $Q_{ok} = 103 \text{ W}$

Dveře: $Q_{ok}/1 \text{ dveře} = 108 \text{ W}$
 $Q_{ok} = 108 \text{ W}$

Celkový tepelný zisk okny konvekci: **$Q_{os} = 211 \text{ W}$**

Celková tepelná zátěž okny

$$Q_o = Q_{or} + Q_{ok} \text{ (W)} \quad (1.6)$$

$$\mathbf{Q_o = 2004 \text{ W}}$$

3.2.1.2 Tepelná zátěž vnějších stěn

Těžké stěny

$$Q_s = U_s \cdot S \cdot (t_{rm} - t_i) \text{ (W)} \quad (1.7)$$

U_s součinitel prostupu tepla stěny ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)
 S plocha stěny s odečtenými otvory (m^2)
 t_{rm} průměrná rovnocenná sluneční teplota vnějšího vzduchu za 24 hodin ($^\circ C$)
 t_i teplota interiéru ($^\circ C$)

$U_s = 0,19 \text{ W} \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$
 $S = 10,26 \text{ m}^2$
 $t_{rm} = 27,9 \text{ }^\circ C$

$$\mathbf{Q_o = 4 \text{ W}}$$

3.2.1.3 Tepelná zátěž vnitřních stěn a dveří

$$Q_{vs} = U_s \cdot S \cdot (t_{io} - t_i) \text{ (W)} \quad (1.8)$$

U_s součinitel prostupu tepla stěny ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)
 S plocha stěny s odečtenými otvory (m^2)
 t_{io} teplota v okolních místnostech (uvažujeme $t_o = 28^\circ C$)
 t_i teplota interiéru ($^\circ C$)

SN2	$U_s = 1,36 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$	$Q_{vs} = 108 \text{ W}$
	$S = 39,8 \text{ m}^2$	
	$t_{rm} = 28 \text{ }^\circ\text{C}$	
DN1	$U_s = 2,00 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$	$Q_{vs} = 7 \text{ W}$
	$S = 1,82 \text{ m}^2$	
	$t_{rm} = 28 \text{ }^\circ\text{C}$	

Celková tepelná zátěž vnitřních stěn: **$Q_{si} = 116 \text{ W}$**

3.2.2 Tepelná zátěž z vnitřního prostředí

3.2.2.1 Produkce tepla od lidí

$$Q_l = n_l \cdot q_{lm} \text{ (W)} \quad (1.9)$$

q_{lm} produkce citelného tepla lidmi pro různé teploty a různé činnosti uvedené v tabulce 6 normy ČSN 73 0548 [20]

n_l počet osob

$$q_{lm} = 60 \text{ W}$$

$$Q_l = 360 \text{ W}$$

3.2.2.2 Tepelná produkce svítidel

$$Q_{sv} = S_s \cdot P_s \cdot c_1 \cdot c_2 \text{ (W)} \quad (1.10)$$

S_s podlahová plocha zmenšená o přirozeně osvětlenou plochu (m^2)

P_s výkon osvětlení vztažená k podlahové ploše ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$)

c_1 součinitel současnosti používání svítidel (-)

c_2 zbytkový součinitel (-)

$$Q_{sv} = 200 \text{ W}$$

3.2.2.3 Tepelná produkce od vybavení

Produkce tepla vznikající z provozu prodejny. Výkony jsou redukovány součiniteli plného využití a útlumu

Chladicí boxy 3ks: 1500W

Chladicí box na nápoje: 450W

Pokladna: 55W

$$Q_n = 2005 \text{ W}$$

3.2.3 Vodní zisky

$$M_W = n_l \cdot m_{lw} \text{ (g} \cdot \text{h}^{-1}\text{)} \quad (1.11)$$

m_l produkce vodní páry na jednu osobu pro různé teploty a různé činnosti uvedené v tabulce 6 normy ČSN 73 0548 [20]

n_l počet osob

$$m_l = 134 \text{ g} \cdot \text{h}^{-1}$$

$$M_W = 804 \text{ g} \cdot \text{h}^{-1} \quad \mathbf{M_W = 0,22 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1}}$$

3.2.4 Celková tepelná zátěž

$$Q_L = Q_{or} + Q_{ok} + Q_S + Q_{si} + Q_l + Q_{sv} + Q_n \quad (1.12)$$

Tepelné zisky prosklenými plochami:

Tepelné zisky prosklených ploch sluneční radiací:

$$Q_{or} = \mathbf{1794 \text{ W}}$$

Tepelné zisky prosklených ploch konvekci:

$$Q_{ok} = \mathbf{211 \text{ W}}$$

Celková tepelná zátěž prosklených ploch:

$$Q_o = \mathbf{2004 \text{ W}}$$

Tepelná zátěž vnějších stěn:

$$Q_s = \mathbf{119 \text{ W}}$$

Tepelná zátěž vnitřních stěn:

$$Q_{si} = \mathbf{116 \text{ W}}$$

Tepelná zátěž z produkce tepla lidí:

$$Q_l = \mathbf{360 \text{ W}}$$

Tepelná produkce svítidel:

$$Q_{sv} = \mathbf{200 \text{ W}}$$

Tepelná produkce od vybavení:

$$Q_n = \mathbf{2003 \text{ W}}$$

Vodní zisky:

$$\mathbf{M_W = 0,22 \text{ g/s}}$$

Tepelná ztráta:

$$Q_z = \mathbf{450 \text{ W}}$$

Celková tepelná zátěž:

$$\mathbf{Q_L = 4802 \text{ W}}$$

Číslo místnosti	Název	Plocha	Počet osob	Tepelé zisky okny	Tepelé zisky stěnami	Tepelé zisky od osob	Tepelé zisky osvětlení	Tepelé zisky od pokrmů	Tepelné zisky od zařízení	Tepelné zisky celkem	Vodní zisky celkem
		[m ²]	[ks]	[w]	[w]	[w]	[w]	[w]	[w]	[w]	[g·s ⁻¹]
112	RESTAURACE	68,5	47	4058	329	2914	630	318	1711	9960	1,51
113	PŘÍPRAVNA	10,1	1	0	47	100	106	227	1285	1765	0,11
115	PRODEJNA	31,85	6	2004	235	360	200	0	2003	4802	0,22
123	ČEKÁRNA	11,01	4	101	103	248	154	0	0	606	0,13
124	SESTERNA	15,1	2	195	47	124	211	0	384	961	0,06
125	ORDINACE	13,92	2	101	47	124	195	0	296	763	0,06

Tabulka 4 - Tepelná zátěž

4. PRŮTOKY VZDUCHU A TLAKOVÉ POMĚRY

ZADANÉ HODNOTY										VÝPOČTENÉ HODNOTY											
Č. ZAŘÍZENÍ	Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV	místnost			léto		zima		balance			přívod			odvod					
			(m ²)	(m ³)	-	(m ³ /h)	(h ⁻¹)	(°C)	(%)	t	φ	φ	(°C)	(%)	g/s		(W)	(m ³ /h)	(°C)	(g/kg.s)	(m ³ /h)
Zařízení č.1 - Restaurace																					
1		106 WC ŽENY A IMOBILNÍ	3,03	8,484	1	50	-	28	50	20	40	-	-	-	-	0	0	N	-	50	50
		107 WC PERSONÁLU	3,82	10,696	1	80	-	28	50	20	40	-	-	-	-	0	0	N	-	80	80
		108 ŠATNA PERSONÁLU	2,83	7,924	2	25	-	28	50	20	40	-	-	-	-	120	120	N	-	50	50
		109 WC MUŽI	9	25,2	1	130	-	28	50	20	40	-	-	-	-	120	120	N	-	130	130
		110 ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	1,7	4,76	1	30	-	28	50	22	40	-	-	-	-	0	0	N	-	30	30
		111 CHODBA	8,16	22,848	1	50	2	26	50	20	40	-	-	-	-	180	180	20	20	50	50
		112 RESTAURACE	68,53	191,88	47	25	6	26	50	20	40	1,51	9960	-	1250	1250	20	20	1,04	1200	1200
		113 PŘÍPRAVNA	10,1	28,28	1	600	10	26	50	20	40	0,11	1765	-	250	250	20	20	0,21	300	300
		114 SKLAD	6,48	18,144	1	30	1,5	26	50	15	40	-	-	-	-	0	0	N	-	30	30
														Σ	1920	1920		Σ	1,25	1920	1920
Zařízení č.2 - Prodějna																					
2		115 PRODEJNA	31,85	89,18	6	25	5	26	50	20	40	0,22	4802	-	500	500	20	20	0,42	290	290
		103 WC PERSONÁLU	3,62	10,136	1	80	-	30	50	20	40	-	-	-	0	0	N	N	-	80	80
		104 ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	2,43	6,804	1	30	-	30	50	20	40	-	-	-	0	0	N	N	-	30	30
		105 ŠATNA PERSONÁLU	8,2	22,96	2	25	-	30	50	22	40	-	-	-	0	0	N	N	-	50	50
														Σ	500	500		Σ	0,42	450	450
Zařízení č.3 - Zdravotnické zařízení																					
3		117 VSTUPNÍ HALA	18,3	51,24	1	50	2	30	50	20	40	-	-	-	210	210	N	N	-	100	100
		118 SKLAD ODPADU	1,54	4,312	1	50	-	30	50	20	40	-	-	-	0	0	N	N	-	55	55
		119 WC MUŽI	6,46	18,088	1	105	-	30	50	20	40	-	-	-	100	100	N	N	-	105	105
		120 WC ŽENY A IMOBILNÍ	2,88	8,064	1	50	-	30	50	20	40	-	-	-	0	0	N	N	-	50	50
		121 WC PERSONÁLU	4,28	11,984	1	80	-	30	50	20	40	-	-	-	0	0	N	N	-	80	80
		122 ŠATNA PERSONÁLU	7,3	20,44	1	80	-	30	50	22	40	-	-	-	80	80	32	20	-	80	80
		123 ČEKARNA	11,01	30,828	5	25	5	30	50	20	40	0,13	606	-	200	200	32	20	-	170	170
		124 SESTERNA	15,1	42,28	2	25	10	30	50	22	40	0,06	961	-	450	450	32	20	-	425	425
		125 ORDINACE	13,92	38,976	2	25	15	30	50	24	40	0,06	763	-	600	600	32	20	-	575	575
														Σ	1640	1640		Σ	0,00	1640	1640
N-negarantováno																					

Tabulka 5 - Průtoky vzduchu a tlakové poměry

5. DISTRIBUCE VZDUCHU

V tomto multifunkčním objektu jsou navrženy dva typy distribučních elementů. Pro veškeré hlavní místnosti všech funkčních celků jsou zvoleny vířivé výústky pro jejich tangenciálně radiální proudění vzduchu. Druhými prvky jsou v případě větrání všech hygienických zařízení voleny přírodní a odvodní plastové talířové ventily.

5.1 VÍŘIVÉ VYÚSTĚ

Vířivé výústky jsou řešeny od firmy Systemair, a.s.

Vzorový návrh vířivé výústky je řešen v restauraci **místnost č. 112**.

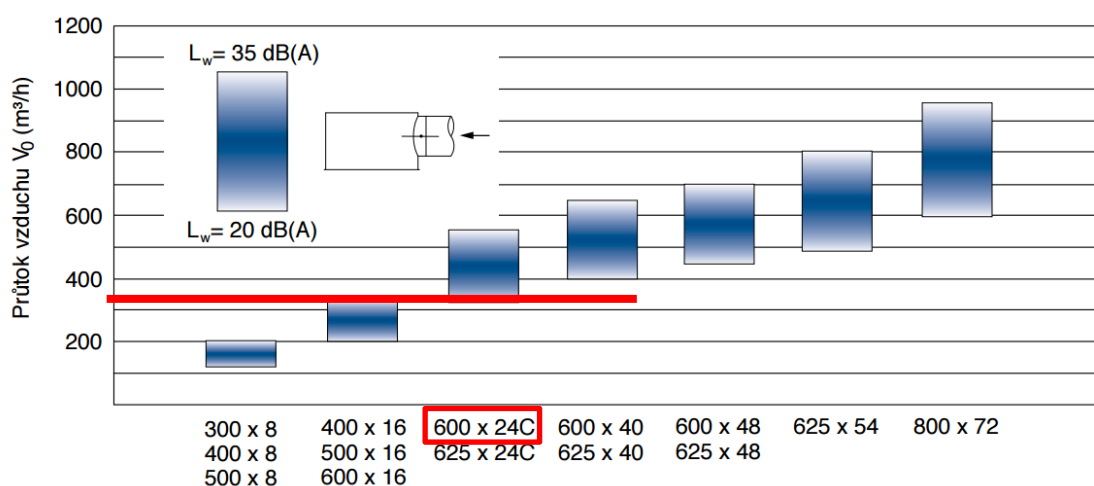
Zadání:

Průtok přiváděného vzduchu: **1250 m³/h**

Počet výústek: **4 ks**

Návrh:

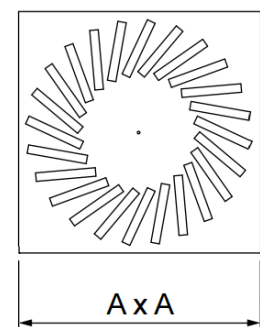
Průtok jednou vířivou výústkou: **313 m³/h**



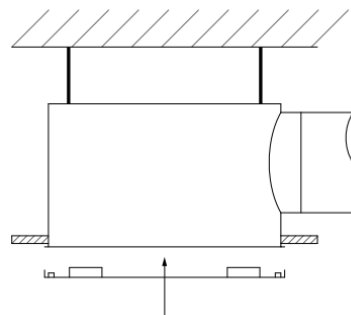
Obrázek 23 - Předběžný návrh vířivých výústek [12]

Navrhl jsem přírodní vířivou výústku **VVKR-A-S-600-24C-B-RAL9005**

Plenum box **PB-VVK-S-600-600-S-H**



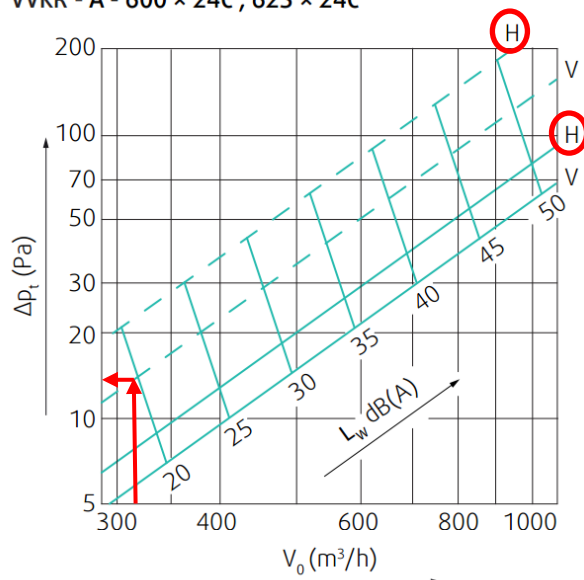
VVKR-A-S-600-24C



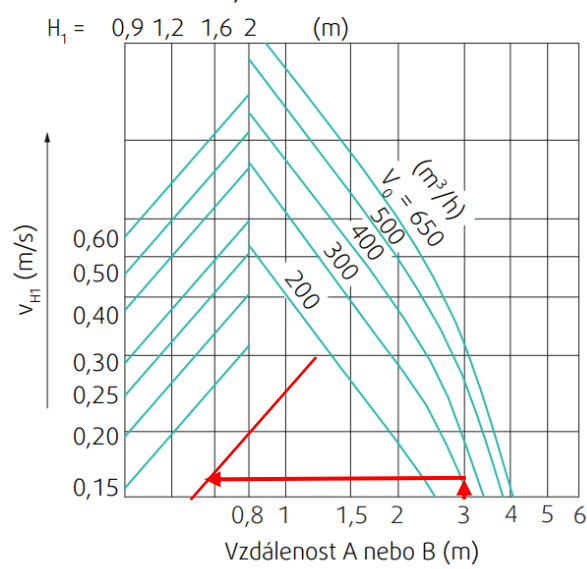
Obrázek 24 - Čelní pohled na vířivou vyústku a umístění v pohledu [12]

U zvolené vířivé vyústky je nutno z grafu zjistit tlakovou ztrátu, akustickou hladinu a rychlost proudu vzduchu v zóně pobytu. Rozteč mezi vyústkami je 3m.

VVKR - A - 600 × 24C , 625 × 24C



VVKR - A - 600 × 24C, 625 × 24C



Obrázek 25 - Návrhové diagramy vířivé vyústky

5.2 Talířové ventily

Talířové ventily jsou řešeny od firmy Systemair, a.s.

Vzorový návrh talířových ventilů je řešen na chodbě v zařízení č.1 **místnost č. 111**.

Zadání:

Průtok přiváděného vzduchu: **180** m^3/h

Počet ventilů: **2** ks

Průtok odváděného vzduchu: **50** m^3/h

Počet ventilů: **2** ks



Obrázek 26 - Přívodní a odvodní talířový ventili [13] [11]

Návrh:

Průtok jedním přívodním ventilem: **90 m³/h**

Průtok jedním odvodním ventilem: **25 m³/h**

Přívodní ventil **Balance-S 160**

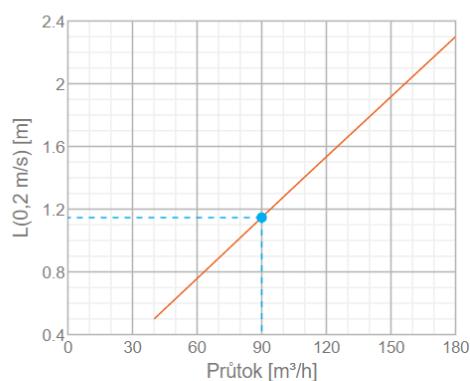
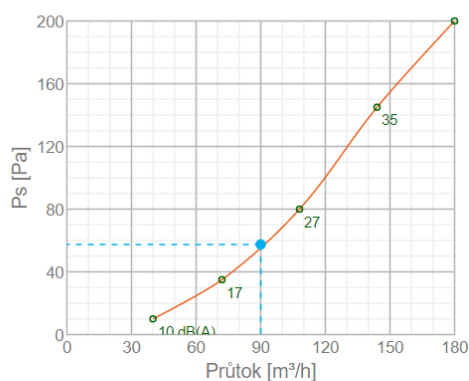
Požadovaný pracovní bod

Průtok vzduchu

90

m³/h

Diagramy



Technické údaje

Uživatel	Požadovaný bod	Pracovní bod			
	Průtok vzduchu [m ³ /h]	Průtok [m ³ /h]	P_s [Pa]	L_p [dB(A)]	L (0,2 m/s) [(0,2 m/s) m]
	90	90	57,5	22	1,15

Obrázek 27 - Diagram přívodního talířového ventilu [5]

Odvodní ventil **Balance-E 100**

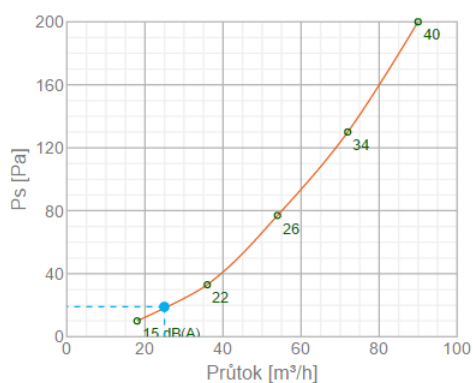
Požadovaný pracovní bod

Průtok vzduchu

25

m³/h

Diagramy



Technické údaje

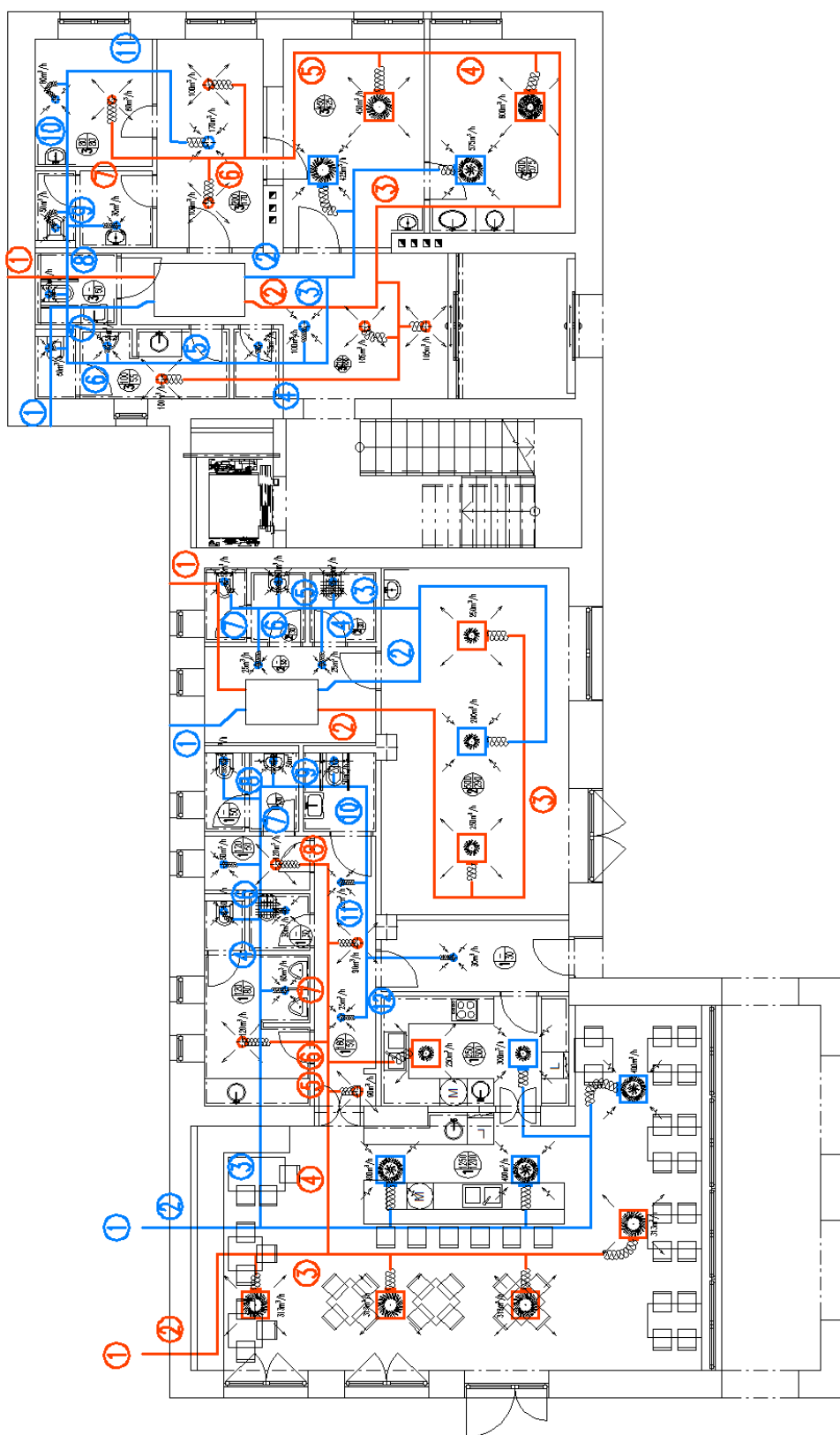
Uživatel	Požadovaný bod	Pracovní bod			
	Průtok vzduchu [m ³ /h]	Průtok [m ³ /h]	P_s [Pa]	L_p [dB(A)]	L (0,2 m/s) [(0,2 m/s) m]
	25	25	18,9	17,7	-1

Obrázek 28 - Diagram odvodního talířového ventilu [6]

Tabulka 6 - Návrh všech distribučních elementů

Č. ZAŘÍZENÍ	Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV	PLOCHA	OBJEM	PŘÍVOD	ODVOD	OZNAČENÍ DISTRIBUČNÍHO ELEMENTU	PRŮMĚR PŘIPOJOVACÍCH O POTRUBÍ	POČET	PRŮTOK / 1 ELEMENT	ΔPC	Wl	Lwa	H	Hz
-	-	-	m ²	m ³	m ³ /h	m ³ /h	-	m	ks	m ³ /h	Pa	m/s	dB	m	m
Zařízení č.1 - Restaurace															
1	106	WC ŽENY A IMOBILNÍ	3,03	8,5	-	50	Kruhový odvodní ventil Systemair Balance-E100	0,1	1	50	67	-	25	-	-
	107	WC PERSONÁLU	3,82	10,7	-	50	Kruhový odvodní ventil Systemair Balance-E100	0,1	1	50	67	-	25	-	-
	108	ŠATNA PERSONÁLU	2,83	7,9	-	30	Kruhový odvodní ventil Systemair Balance-E100	0,1	1	30	25	-	20	-	-
					120	-	Kruhový odvodní ventil Systemair Balance-S160	0,16	1	120	102	-	30	-	-
					-	50	Kruhový odvodní ventil Systemair Balance-E100	0,1	1	50	13	-	16	-	-
	109	WC MUŽI	9,00	25,2	120	-	Kruhový odvodní ventil Systemair Balance-S160	0,16	1	120	102	-	30	-	-
					-	50	Kruhový odvodní ventil Systemair Balance-E100	0,1	1	50	13	-	16	-	-
					-	80	Kruhový odvodní ventil Systemair Balance-E100	0,1	1	80	161	-	37	-	-
	110	ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	1,7	4,8	-	30	Kruhový odvodní ventil Systemair Balance-E100	0,1	1	30	25	-	20	-	-
	111	CHODBA	8,16	22,8	180	-	Kruhový odvodní ventil Systemair Balance-S160	0,16	2	90	58	-	22	-	-
	112	RESTAURACE	68,53	191,9	1250	-	Kruhový odvodní ventil Systemair Balance-E100	0,1	2	25	19	-	18	-	-
					-	1200	Systemair VKR-A-S-600-40-R-RAL9005	0,2	4	313	14	0,19	19	2,8	1,4
	113	PŘÍPRAVNA	10,1	28,3	250	-	Systemair VKR-A-S-600-16-B-RAL9005	0,2	3	400	7	0,24	15	2,8	1,4
					-	300	Systemair VKR-A-S-600-16-R-RAL9005	0,2	1	250	20	0,15	23	2,8	1,2
	114	SKLAD	6,48	18,1	0	30	Kruhový odvodní ventil Systemair Balance-E100	0,1	1	300	5	0,15	10	2,8	1,2
				Σ	1920	1920		0,1	1	30	25	1,06	20	-	-
Zařízení č.2 - Prodejna															
2	115	PRODEJNA	31,85	89,18	500	-	Systemair VKR-A-S-600-16-B-RAL9005	0,2	2	250	24	0,16	28	2,8	1,2
	103	WC PERSONÁLU	3,62	10,136	-	290	Systemair VKR-A-S-600-16-R-RAL9005	0,2	1	290	11	0,2	17	2,8	1,2
					-	30	Kruhový odvodní ventil Systemair Balance-E100	0,1	1	30	25	-	20	-	-
					-	50	Kruhový odvodní ventil Systemair Balance-E100	0,1	2	25	19	-	18	-	-
	104	ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	2,43	6,804	-	30	Kruhový odvodní ventil Systemair Balance-E100	0,1	1	30	25	-	20	-	-
	105	ŠATNA PERSONÁLU	8,2	22,96	-	50	Kruhový odvodní ventil Systemair Balance-E100	0,1	2	25	19	-	18	-	-
Zařízení č.3 - Zdravotnické zařízení															
3	117	VSTUPNÍ HALA	18,3	51,24	210	-	Kruhový odvodní ventil Systemair Balance-S160	0,16	2	105	76	-	26	-	-
	118	SKLAD ODPADU	1,54	4,31	0	55	Kruhový odvodní ventil Systemair Balance-E160	0,16	1	100	82	-	33	-	-
	119	WC MUŽI	6,46	18,09	100	-	Kruhový odvodní ventil Systemair Balance-S160	0,16	1	55	80	-	25	-	-
					-	50	Kruhový odvodní ventil Systemair Balance-E100	0,1	1	100	70	-	25	-	-
					-	55	Kruhový odvodní ventil Systemair Balance-E100	0,1	1	50	13	-	16	-	-
	120	WC ŽENY A IMOBILNÍ	2,88	8,06	-	50	Kruhový odvodní ventil Systemair Balance-E100	0,1	1	55	80	-	25	-	-
	121	WC PERSONÁLU	4,28	11,98	-	50	Kruhový odvodní ventil Systemair Balance-E100	0,1	1	50	13	-	16	-	-
					-	30	Kruhový odvodní ventil Systemair Balance-E100	0,1	1	30	25	-	20	-	-
	122	ŠATNA PERSONÁLU	7,30	20,44	80	-	Kruhový odvodní ventil Systemair Balance-S125	0,125	1	80	103	-	29	-	-
					-	80	Kruhový odvodní ventil Systemair Balance-E100	0,1	1	40	43	-	23	-	-
	123	ČEKÁRNA	11,01	30,83	200	-	Kruhový odvodní ventil Systemair Balance-S125	0,125	2	100	88	-	28	-	-
	124	SESTERNA	15,10	42,28	450	-	Kruhový odvodní ventil Systemair Balance-E200	0,2	1	170	58	-	32	-	-
					-	425	Systemair VKR-A-S-625-24C-B-RAL9005	0,2	1	450	22	0,17	28	2,8	1,4
	125	ORDINACE	13,92	38,98	600	-	Systemair VKR-A-S-625-24C-R-RAL9005	0,2	1	425	6	0,15	15	2,8	1,4
					-	575	Systemair VKR-A-S-625-40-R-RAL9005	0,2	1	600	23	0,2	28	2,8	1,4
				Σ	1640	1640		0,2	1	575	9	0,2	17	2,8	1,4

6. DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ A TLAKOVÁ ZTRÁTA



Obrázek 29 - Dimenzační schéma

Tabulka 7 - Dimenzování zařízení č.1 sací potrubí

SACÍ POTRUBÍ							ZAŘÍZENÍ č.1								
HODNOTY															Poznámky
Z plánu			Předběžné			Skutečné						Tlaková ztráta			
č.u.	V	V	I	V'	S'	Ø	d axb	Ø	S	v	R	R'L	Z	Z+R'L	
č.u.	m ³ ·h ⁻¹	m ³ ·s ⁻¹	m	m·s ⁻¹	m ²	mm	mm	mm	m ²	m·s ⁻¹	Pa·m ⁻¹	Pa	Pa	Pa	
1	1920	0,5	1	4	0,13	-	800x450	-	0,36	1,5			0,2	7,3	Redukce
													7		Tlumič hluku
													0,1		Síto proti hmyzu
2	1920	0,5	4	4	0,13	412	-	400	0,13	4,2			3,9	19,0	Koleno čtyřhrané
													0,1		Přechodový kus
													13		Koleno 90°
										0,5	2,0				Potrubí
3	420	0,1	5	4	0,03	193	-	200	0,03	3,7	0,98	4,8		7,2	Potrubí
													2,4		Odbočka
4	340	0,1	1	4	0,03	185	-	200	0,03	3,0	0,66	0,9		2,6	Potrubí
													1,7		Odbočka
5	290	0,1	0	4	0,02	171	-	200	0,03	2,6	0,49	0,0		1,3	Potrubí
													1,3		Odbočka
6	260	0,1	1	3	0,02	175	-	200	0	2,3	1,23	1,1		4,0	Potrubí
													0,3		Redukce
													2,6		Odbočka
7	210	0,1	1	3	0,02	157	-	160	0,02	2,9	0,83	1,1		2,6	Potrubí
													1,5		Odbočka
8	160	0	0	2	0,02	168	-	160	0	2	0,51	0,1		4,1	Potrubí
													3,4		Koleno 90°
													0,6		Odbočka
9	130	0	1	3	0,01	124	-	125	0,01	2,9	1,2	1,3		3,0	Potrubí
													1,1		Redukce
													0,6		Odbočka
10	80	0	2	3	0,01	97	-	100	0,01	2,8	1,63	3,9		5,9	Potrubí
													0,1		Redukce
													1,6		Koleno 90°
													0,3		Odbočka
11	55	0	2	3	0,01	81	-	100	0,01	1,9	0,8	1,2		1,4	Potrubí
													0,2		Odbočka
12	25	0	1	2	0	66	-	100	0	1	0,2	0,2		20,8	Potrubí
													0,6		Koleno 90°
													1		Klapka
													19		Ventil

Celková tlaková ztráta na sacím potrubí: **79,4 Pa**

Tabulka 8- Dimenzování zařízení č.1 výtlačné potrubí

VÝTLAČNÉ POTRUBÍ							ZAŘÍZENÍ č.1								
HODNOTY															Poznámky
Z plánu				Předběžné			Skutečné						Tlaková ztráta		
č.u.	V	V	I	V	S	Ø	d axb	Ø	S	v	R	R·L	Z	Z+R·L	
č.u.	m ³ ·h ⁻¹	m ³ ·s ⁻¹	m	m·s ⁻¹	m ²	mm	mm	mm	m ²	m·s ⁻¹	Pa·m ⁻¹	Pa	Pa	Pa	
1	1920	0,53	0	4	0,133	412	-	400	0,13	4,2			3,9	32,0	Koleno čtyřhrané
													0,1		Redukce
													3		Tlumič hluku
													25,0		Žaluzie
2	1920	0,53	2,7	4	0,133	412	-	400	0,13	4,2			0,1	44,6	Potrubí čtyřhrané
													3,8		Koleno čtyřhrané
													0,1		Redukce
													3		Tlumič hluku
													0,1		Předchodový kus
													37,2		Koleno 90°
											0,1	0,3		Potrubí	
3	1607	0,45	1,3	4	0,112	377	-	400	0,13	3,6	0,1	0,1		6,3	Potrubí
													6,2		Odbočka
4	670	0,19	3,3	3	0,062	281	-	250	0,05	3,8	0,77	2,5		4,6	Potrubí
													2,1		Odbočka
5	580	0,16	0,4	3	0,054	261	-	250	0,05	3,3	0,59	0,2		0,8	Potrubí
													0,5		Odbočka
6	330	0,09	0,2	3	0,031	197	-	200	0,03	2,9	0,63	0,1		0,8	Potrubí
													0,1		Redukce
													0,6		Odbočka
7	210	0,06	1,9	3	0,019	157	-	160	0,02	2,9	0,83	1,6		2,2	Potrubí
													0,1		Redukce
													0,5		Odbočka
8	120	0,03	1,8	3	0,011	119	-	160	0,02	1,7	0,32	0,6		104,7	Potrubí
													2,1		Koleno 90°
													1		Klapka
													102,0	Ventil	

Celková tlaková ztráta na výtlačném potrubí: **196,0 Pa**

Tabulka 9- Dimenzování zařízení č.2 sací potrubí

SACÍ POTRUBÍ							ZAŘÍZENÍ č.2									
HODNOTY															Poznámky	
Z plánu				Předběžné			Skutečné					Tlaková ztráta				
č.u.	V	V	I	v̇	ṡ	ø	d axb	ø	S	v	R	R·L	Z	Z+R·L		
č.u.	m ³ ·h ⁻¹	m ³ ·s ⁻¹	m	m·s ⁻¹	m ²	mm	mm	mm	m ²	m·s ⁻¹	Pa·m ⁻¹	Pa	Pa	Pa		
1	450	0,13	0,5	4	0,031	199,5	-	315	0,08	1,6	0,15	0,1		11,1	Potrubí	
													2,9		Kolena 30°	
													0,1		Přechodovy kus	
													8,0		Žaluzie	
2	450	0,13	1,2	4	0,031	199,5	-	315	0,08	1,6	0,15	0,2		31,2	Potrubí	
													2,9		Kolena 30°	
													2,5		Reg. Klapka	
													2,3		Koleno 90°	
													10		Tlumuč hluku	
													13,3		Odbočka	
3	160	0,04	1,6	3,5	0,013	127,2	-	125	0,01	3,6	1,75	2,8		4,4	Potrubí	
													1,6		Odbočka	
4	130	0,04	0,1	3,5	0,01	114,6	-	125	0,01	2,9	1,2	0,1		1,2	Potrubí	
													1,1		Odbočka	
5	105	0,03	0,8	3	0,01	111,3	-	125	0,012	2,4	0,87	0,7		1,2	Potrubí	
													0,52		Odbočka	
6	75	0,02	0,2	3	0,007	94,03	-	100	0,01	2,7	1,44	0,3		0,6	Potrubí	
													0,1		Redukce	
													0,2		Odbočka	
7	50	0,01	0,6	2	0,007	94,03	-	100	0,008	1,77	0,66	0,4		22,7	Potrubí	
													2,3		Koleno 90°	
													1		Klapka	
													19		Ventil	

Celková tlaková ztráta na sacím potrubí: **72,4 Pa**

Tabulka 10- Dimenzování zařízení č.2 výtlačné potrubí

VÝTLAČNÉ POTRUBÍ							ZAŘÍZENÍ č.2								
HODNOTY														Poznámky	
Z plánu				Předběžné			Skutečné					Tlaková ztráta			
č.u.	V	V	I	ṽ	ṡ	ø	d axb	ø	S	v	R	R·L	Σ	Z+R·L	
č.u.	m ³ ·h ⁻¹	m ³ ·s ⁻¹	m	m·s ⁻¹	m ²	mm	mm	mm	m ²	m·s ⁻¹	Pa·m ⁻¹	Pa	Pa	Pa	
1	500	0,14	1,7	4	0,035	210	-	315	0,08	1,8	0,15	0,3		20,2	Potrubí
													2,5		Reg. Klapka
													2,3		Koleno 90°
													0,1		Přechodový kus
													15,0		Žaluzie
2	500	0,14	2,7	4	0,035	210	-	315	0,08	1,8	0,15	0,4		35,6	Potrubí
													4,6		Kolena 90°
													0,5		Přechoové kusy
													20		Chladič
													10		Tlumič hluku
													0,1		Odbočka
3	250	0,07	6,2	4	0,017	149	-	200	0,03	2,2	0,375	2,3		34,2	Potrubí
													0,11		Redukce
													6,8		Kolena 90°
													1,0		Klapka
													24,0		Vířivá vyústka

Celková tlaková ztráta na výtlačném potrubí: **90,0 Pa**

Tabulka 11- Dimenzování zařízení č.3 sací potrubí

SACÍ POTRUBÍ							ZAŘÍZENÍ č.3									
HODNOTY															Poznámky	
Z plánu				Předběžné						Skutečné				Tlaková ztráta		
č.u.	V	V	I	v	S	ø	d axb	ø	S	v	R	R·L	Z	Z+R·L		
č.u.	m ³ ·h ⁻¹	m ³ ·s ⁻¹	m	m·s ⁻¹	m ²	mm	mm	mm	m ²	m·s ⁻¹	Pa·m ⁻¹	Pa	Pa	Pa		
1	1640	0,46	1,8	4	0,114	380,8	-	400	0,13	3,6	0,38	0,7		67,3	Potrubí	
													9,1		Kolena 30°	
													24		Tlumič hluku	
													6		Koleno 90°	
													1,5		Přechodovy kus	
													26,0		Žaluzie	
2	1640	0,46	0,3	4	0,114	380,8	-	400	0,13	3,6	0,38	0,1		32,1	Potrubí	
													24		Tlumič hluku	
													2		Reg. Klapka	
													6,0		Odbočka	
3	640	0,18	2,1	4	0,044	237,9	-	250	0,05	3,6	0,71	1,49		18,4	Potrubí	
													6		Koleno 45°	
													9,2		Koleno 90°	
													1,7		Odbočka	
4	540	0,15	0,8	3,5	0,043	233,6	-	250	0,05	3,1	0,51	0,4		2,0	Potrubí	
													1,6		Odbočka	
5	485	0,13	3,2	3,5	0,038	221,4	-	250	0,05	2,7	0,42	1,3		2,6	Potrubí	
													1,3		Odbočka	
6	430	0,12	1,1	3	0,04	225,2	-	250	0,049	2,4	0,34	0,37		5,5	Potrubí	
													4,1		Koleno	
													1		Odbočka	
7	380	0,11	1,1	3	0,035	211,7	-	250	0,05	2,2	0,27	0,3		1,1	Potrubí	
													0,8		Odbočka	
8	330	0,09	1,3	3	0,031	197,2	-	200	0,031	2,9	0,63	0,82		3,1	Potrubí	
													0,1		Redukce	
													2,2		Odbočka	
9	300	0,08	0,2	2,5	0,033	206	-	200	0,03	2,7	0,52	0,1		1,6	Potrubí	
													1,5		Odbočka	
10	250	0,07	2,7	2,2	0,032	200,5	-	200	0,03	2,2	0,38	1,0		1,6	Potrubí	
													0,6		Odbočka	
11	170	0,05	4,3	2	0,024	173,4	-	200	0,031	1,5	0,2	0,86		64,2	Potrubí	
													4,8		Kolena 90°	
													0,5		Klapka	
													58		Ventil	

Celková tlaková ztráta na sacím potrubí: **199,5 Pa**

Tabulka 12- Dimenzování zařízení č.3 výtlačné potrubí

VÝTLAČNÉ POTRUBÍ							ZAŘÍZENÍ č.3								
HODNOTY														Poznámky	
Z plánu				Předběžné			Skutečné					Tlaková ztráta			
č.u.	V	V	I	v	š	ø	d axb	ø	S	v	R	R·L	Z	Z+R·L	
č.u.	m ³ ·h ⁻¹	m ³ ·s ⁻¹	m	m·s ⁻¹	m ²	mm	mm	mm	m ²	m·s ⁻¹	Pa·m ⁻¹	Pa	Pa	Pa	
1	1640	0,46	1,1	4	0,114	381	-	400	0,13	3,6	0,38	0,4		46,4	Potrubí
													2		Reg. Klapka
													24		Tlumič hluku
													1,5		Přechodový kus
													20,0		Žaluzie
2	1640	0,46	0,9	4	0,114	381	-	400	0,13	3,6	0,38	0,3		40,7	Potrubí
													9,1		Kolena 30°
													24		Tlumič hluku
													6		Koleno 90°
													1,3		Odbočka
3	1330	0,37	9,3	4	0,092	343	-	355	0,10	3,7	0,46	4,3		34,4	Potrubí
													0,11		Redukce
													29,4		Kolena 90°
													0,6		Odbočka
4	730	0,2	3,1	3,5	0,058	272	-	280	0,06	3,3	0,52	1,6		2,0	Potrubí
													0,13		Redukce
													0,3		Odbočka
5	280	0,08	5,1	3,5	0,022	168	-	200	0,03	2,5	0,47	2,4		11,7	Potrubí
													0,1		Redukce
													8,8		Kolena 90°
													0,4		Odbočka
6	180	0,05	0,5	3	0,017	146	-	160	0,02	2,5	0,63	0,3		0,6	Potrubí
													0,1		Redukce
													0,2		Odbočka
7	80	0,02	2,7	2	0,011	119	-	125	0,012	1,81	0,52	1,4		107,6	Potrubí
													2,3		Kolena 90°
													0,9		Klapka
													103		Ventil

Celková tlaková ztráta na výtlačném potrubí: **243,5 Pa**

Tabulka 13 - Rekapitulace tlakových ztrát

Zařízení č.1			
Přívod:	196,0 Pa	Odvod:	79,4 Pa
Zařízení č.2			
Přívod:	90,0 Pa	Odvod:	72,4 Pa
Zařízení č.3			
Přívod:	243,5 Pa	Odvod:	199,5 Pa

7. VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY

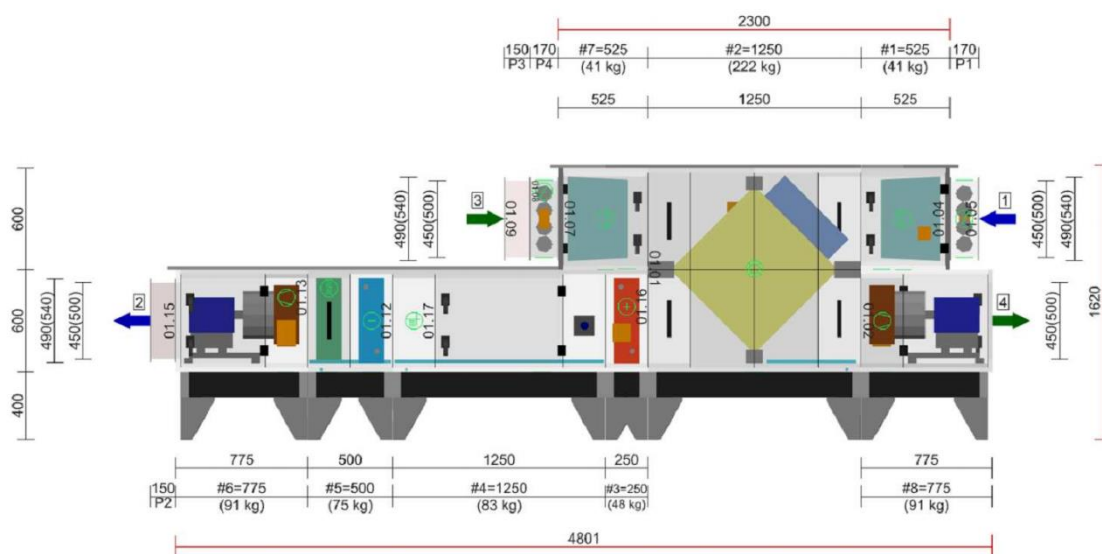
Pro správnost návrhu vzduchotechnických jednotek byl použit návrhový software od firmy REMAK, a.s. [8] a technické podklady vzduchotechnických jednotek Systemair, a.s. [9].

7.1 ZAŘÍZENÍ č.1 – Restaurace

Vzduchotechnická jednotka zajišťuje výměnu vzduchu a úpravu vzduchu na požadované hodnoty v prostoru restaurace. Z důvodu velikosti jednotky byla umístěna v exteriéru a uzpůsobena pro venkovní provedení. Kolem jednotky bude zhotoveno ochranné deskové oplocení, které zajišťuje stavba. Jednotka pracuje s průtokem vzduchu $1920 \text{ m}^3/\text{h}$ a s externí tlakovou ztrátou na přívodu 196 Pa a na odvodu

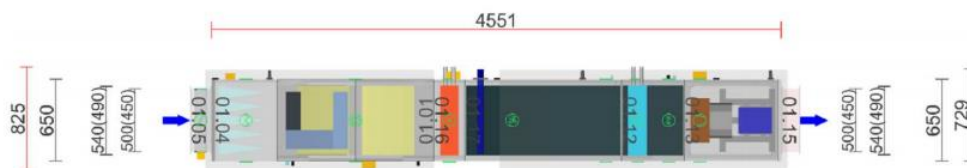
79 Pa . V zimním období bude vzduch ohřívat na 20°C a v létě chladit na 26°C . Tyto požadavky splňuje modelová řada **AeroMaster XP 04** od společnosti REMAK, a.s.

Součástí jednotky je deskový výměník zpětného získávání tepla s účinností 75% . Jednotka obsahuje i komoru pro parní vlhčení, umožňující zvlhčení na relativní vlhkost $\phi_i = 26\%$, pro dovlhčení na $\phi_i = 40\%$ se uvažuje vlhkostních zisků od lidí. Filtrace je zvolená ve složení filtru M5 na přívodu a M5 na odvodu.

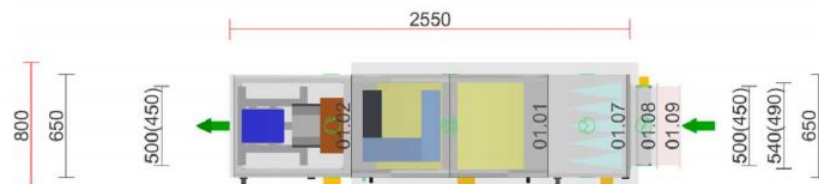


Obrázek 30 - Vzduchotechnické zařízení č.1

Půdorys přívodní větve



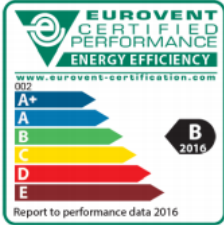
Půdorys odtahové větve



Tabulka 14 - Základní parametry zařízení č.1

Základní parametry zařízení		
Druh, rozměr	AeroMaster XP 04	
Typ řídicího systému	Není	
Hmotnost (+10%)	836 kg	
Umístění jednotky	Vnější	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	
	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	1920 m³/h	1920 m³/h
Externí tlaková rezerva	196 Pa	79 Pa
Rychlost v průřezu	1.94 m/s	1.94 m/s
Příkon ventilátorů	0.67 kW	0.47 kW
1. stupeň filtrace	M5	M5
2. stupeň filtrace	-	-
SFP _i	1212 W.m³.s	849 W.m³.s

Model box AMXP3



	Parametry pláště dle EN1886		
Celkový příkon jednotky	7.14 kW	Mechanická stabilita	D2(M)
Napájecí napětí		Netěsnost skříně	L2(M)
Celkový proud I _{max}		Termická izolace	T3(M)
		Faktor tepelných mostů	TB3(M)
SFP _{AHU}	2134 W.m³.s	Netěsnost mezi filtrem a rámem	< 0,5 % (F9)

Nejdůležitější parametry vybraných komponentů			
	Na straně vzduchu		Na straně média
Zpětný zisk tepla	-10.0 → 12.5 °C	75 %	
Ohřev	12.5 → 20.0 °C	4.8 kW	70/50 °C, Voda, 0.9 kPa, 0.21 m³/h
Chlazení	32.0 → 20.0 °C	8.6 kW	6/14 °C, Voda, 2.5 kPa, 0.88 m³/h
Vlhčení	20.0 → 20.0 °C	9 → 29 %	8.0 kg/h, 6.0 kW

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

Hlukové parametry zařízení									
Oktávnové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	LwA _{akt} * [dB]				LwA** [dB(A)]	
Přívod - sání	38	42	48	53	46	42	37	30	55
Přívod - výtlak	44	52	64	72	78	77	73	65	82
Přívod - okolí	37	36	45	45	48	47	44	32	53
Odvod - sání	37	42	52	54	49	44	41	36	57
Odvod - výtlak	41	50	65	71	76	75	73	64	80
Odvod - okolí	34	34	46	44	46	45	44	31	52

Model box AMXP3



Název akce:

Zařízení č. 1- Restaurace

Povrchová teplota chladiče:

15 °C

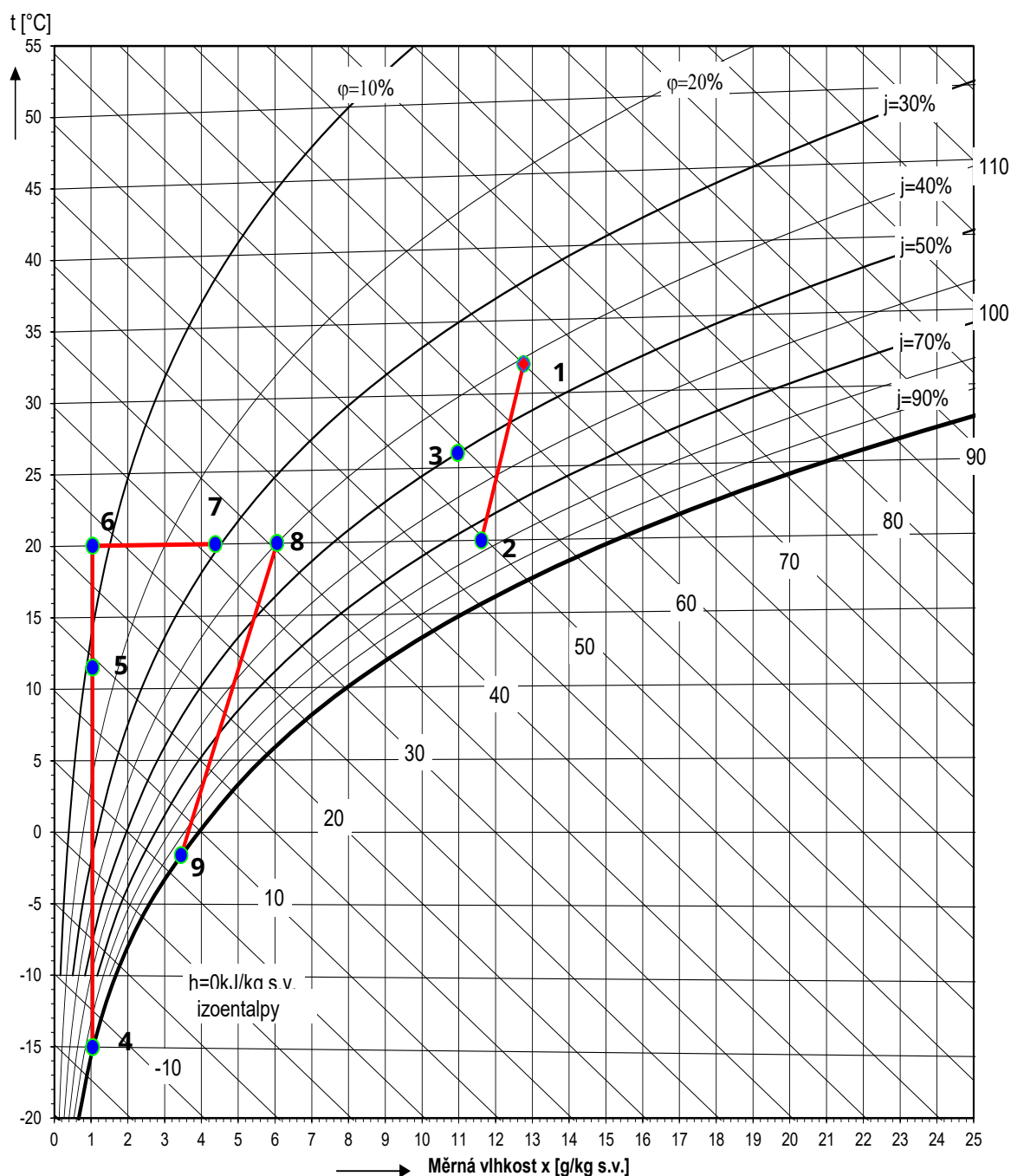
Tlak vzduchu:

97 kPa

Max. vlhkost při úpravách:

100 %

Číslo stavu			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Popis stavu			LÉTO	Přívod	interier	ZIMA	bod 1	ohřev	vlhčení	interier	bod 2	
Teplota	t	°C	32,0	20,0	26,0	-15,0	11,5	20,0	20,0	20,0	-1,6	
rel.vlhkost	j	%	41%	76%	50%	98%	12%	7%	29%	40%	100%	
měr. vlhkost	x	g/kg s.v.	12,8	11,6	11,0	1,0	1,0	1,0	4,4	6,1	3,4	
entalpie	h	kJ/kg s.v.	65,0	49,7	54,2	-12,6	14,2	22,8	31,3	35,6	7,0	
tep.vlh. teploměru	tv	°C	21,6	17,1	18,5	-15,0	2,4	6,8	10,47	12,21	-1,60	
hustota	r	kg/m3	1,10	1,14	1,12	1,31	1,19	1,15	1,1	1,1	1,2	
Skut. průtok	Vs	m3/h	2 123	2 036	0	1 763	1 944	2 002	2 013	2 018	1 862	
Norm. průtok	Vn	m3/h	1 920	1 920	0	1 920	1 920	1 920	1 920	1 920	1 920	
Předaný výkon	P	kW		-9,8			17,2	5,5	5,4		-18,3	
Odpařené vody	qw	kg/h		-2,6			0,0	0,0	7,7		-6,0	



ZAŘÍZENÍ č. 2

Vzduchotechnická jednotka zajišťuje výměnu vzduchu a úpravu vzduchu na požadované hodnoty v prostoru prodejny. Jednotka je v podstropním provedení a je umístěna v prostoru šaten personálu prodejny. Jednotka pracuje s průtokem vzduchu 500 m³/h na přívodu a 450 m³/h na odvodu a s externí tlakovou ztrátou na přívodu 90 Pa a na odvodu 72 Pa. Jednotka neobsahuje chladič, který je řešen jako externí a je vložen přímo do přívodního potrubí. V zimním období bude jednotka vzduch ohřívat na 20°C a v létě externí chladič chladit na 26°C. Je navržena podstropní jednotka **Topvex FR03 EL-L-CAV** od společnosti Systemair, a.s.

Součástí jednotky je rotační rekuperátor pro zpětné získávání tepla s účinností 91%. Filtrace je zvolená ve složení filtru F7 na přívodu a F5 na odvodu.

Jednotka	
Frekvence	50 Hz
Hmotnost	197 kg
Doporučená pojistka	3 x 16 A
Třída krytí	IP23 IP
Rozsah průtoku vzduchu	360-1285 m ³ /h
Napětí	400 V
Fáze	3N ~
Rekuperátor	
Typ výměníku	Rotační
Ohříváč	
Příkon, elektrický ohříváč	5 kW
Typ ohřevu	Elektrický
Přívodní ventilátor	
Napětí	230 V
Příkon (P1)	676 W
Fáze	1 ~
Přívodní filtr	
Filtr, přívod vzduchu	F7
Odvodní filtr	
Filtr, odvod vzduch	M5
Odvodní ventilátor	
Napětí	230 V
Fáze	1 ~
Příkon (P1)	676 W
Ostatní	
Typ montáže	Podstropní
Přívodní strana	Levá
Energetická třída	
Splňuje požadavky ErP:	2016/2018

Tabulka 15 - Základní parametry zařízení č.2

Název akce:

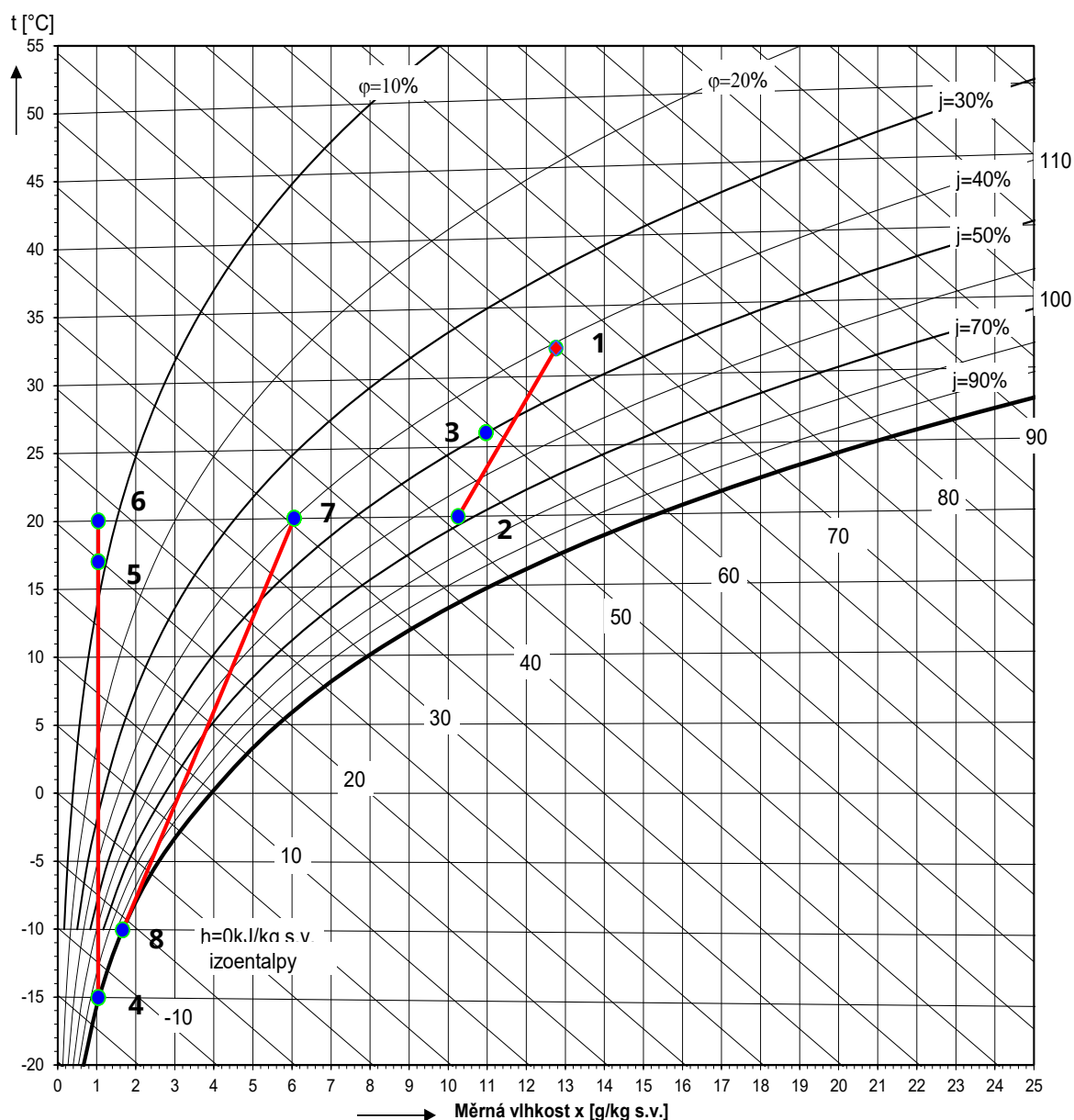
Zařízení č. 2- Prodejna

Povrchová teplota chladiče: **10,5 °C**

Tlak vzduchu: **97 kPa**

Max. vlhkost při úpravách: **100 %**

Číslo stavu		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Popis stavu		LÉTO	Přívod	interier	ZIMA	bod 1	ohřev	interier	bod 2		
Teplota	t °C	32,0	20,0	26,0	-15,0	17,0	20,0	20,0	-10,0		
rel.vlhkost	j %	41%	67%	50%	98%	8%	7%	40%	100%		
měr. vlhkost	x g/kg s.v.	12,8	10,3	11,0	1,0	1,0	1,0	6,1	1,7		
entalpie	h kJ/kg s.v.	65,0	46,2	54,2	-12,6	19,8	22,8	35,6	-6,0		
tep.vlh. teploměru	tv °C	21,6	16,0	18,5	-15,0	5,3	6,8	12,17	-10,03		
hustota	r kg/m3	1,10	1,15	1,12	1,31	1,16	1,15	1,1	1,3		
Skut. průtok	Vs m3/h	553	529	0	459	516	521	473	422		
Norm. průtok	Vn m3/h	500	500	0	500	500	500	450	450		
Předaný výkon	P kW		-3,1			5,4	0,5		-6,2		
Odpařené vody	qw kg/h		-1,5			0,0	0,0		-2,4		



7.2 ZAŘÍZENÍ č. 3

Vzduchotechnická jednotka zajišťuje výměnu vzduchu a úpravu vzduchu na požadované hodnoty v prostorech zdravotnického zařízení. Jednotka je v podstropním provedení a je umístěna v prostoru chodby. Jednotka pracuje s průtokem vzduchu 1640 m³/h a s externí tlakovou ztrátou na přívodu 244 Pa a na odvodu 200 Pa. Jednotka neobsahuje chladič a místnosti č. 124 a 125 budou chlazeny lokálně nepřímými chladícími jednotkami typu fancoil. V zimním období bude jednotka vzduch ohřívat 20°C. Je navržena podstropní jednotka **Topvex FR06 EL-L-CAV** od společnosti Systemair, a.s.

Součástí jednotky je rotační rekuperátor pro zpětné získávání tepla s účinností 84%. Filtrace je zvolená ve složení filtru F7 na přívodu a F5 na odvodu.

Jednotka		
Frekvence	50	Hz
Hmotnost	275	kg
Doporučená pojistka	3 x 20	A
Třída krytí	IP23	IP
Rozsah průtoku vzduchu	720-2448	m³/h
Napětí	400	V
Fáze	3N	~
Rekuperátor		
Typ výměníku	Rotační	
Ohříváč		
Příkon, elektrický ohříváč	9,9	kW
Typ ohřevu	Elektrický	
Napětí	400	V
Fáze	3	~
Přívodní ventilátor		
Napětí	400	V
Příkon (P1)	838	W
Fáze	3	~
Přívodní filtr		
Filtr, přívod vzduchu	F7	
Odvodní filtr		
Filtr, odvod vzduch	M5	
Odvodní ventilátor		
Napětí	400	V
Fáze	3	~
Příkon (P1)	838	W
Ostatní		
Typ montáže	Podstropní	
Přívodní strana	Levá	
Energetická třída		
Splňuje požadavky ErP:	2016/2018	

Název akce:

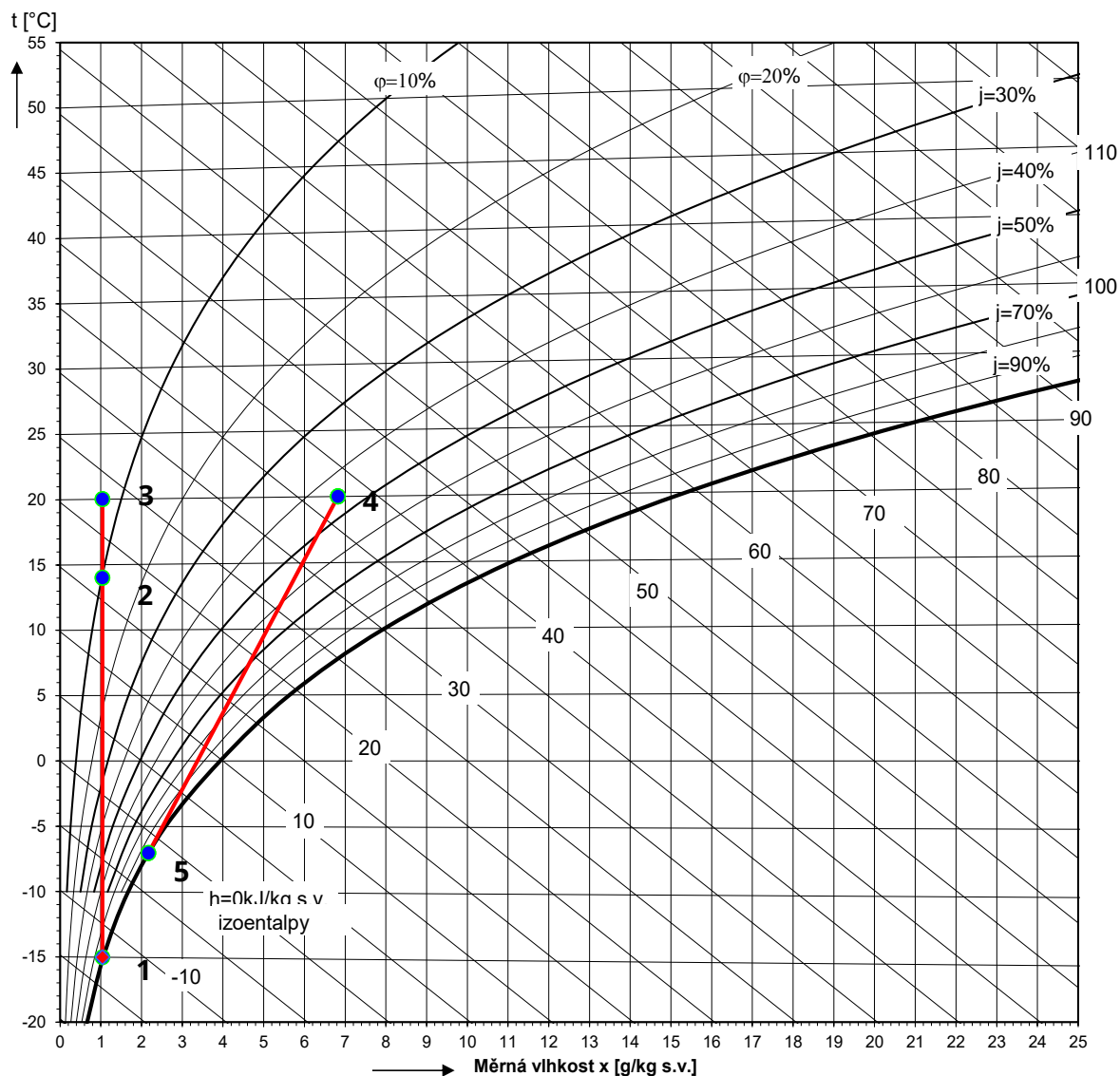
Zařízení č. 3- Zdravotní zařízení

Povrchová teplota chladiče: 10 °C

Tlak vzduchu: 97 kPa

Max. vlhkost při úpravách: 100 %

Číslo stavu			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Popis stavu			ZIMA	bod 1	ohřev	interier	bod2					
Teplota	t	°C	-15,0	14,0	20,0	20,0	-7,0					
rel.vlhkost	j	%	98%	10%	7%	45%	100%					
měr. vlhkost	x	g/kg s.v.	1,0	1,0	1,0	6,8	2,2					
entalpie	h	kJ/kg s.v.	-12,6	16,8	22,8	37,5	-1,7					
tep.vlh. teploměru	tv	°C	-15,0	3,8	6,8	12,9	-7,0					
hustota	r	kg/m3	1,31	1,18	1,15	1,15	1,27					
Skut. průtok	Vs	m3/h	0	0	0	0	0					
Norm. průtok	Vn	m3/h	0	0	0	0	0					
Předaný výkon	P	kW		0,0	0,0		0,0					
Odpařené vody	qw	kg/h		0,0	0,0		0,0					



8. CHLADÍCÍ JEDNOTKY FANCOIL



Obrázek 31 - Fancoil [7]

Tyto nepřímé chladicí jednotky jsou instalovány v kombinaci se vzduchotechnickým zařízením. Přívod chladicího média není tímto projektem řešen. Dopojení bude provedeno jiným projektem.

V 1. Zařízení je chladič umístěn již v jednotce, který pokrývá část tepelné zátěže, a dále jsou v prostoru restaurace umístěny jednotky fancoil.

V 2. Zařízení je chladič jako externí zařízení umístěn na potrubí. Pokrývá část tepelné zátěže a zbylou zátěž v prostoru prodejny eliminují jednotky fancoil.

V 3. Zařízení pokrytí tepelné zátěže zde pokrývají pouze jednotky fancoil.

Fancoily navrženy na teplotní spád média: 6/12°C

Vzorový návrh fancoilu o **místnosti č. 124**

Potřebný chlaicí výkon: **1789 W**

Velikost	yp elektro-motoru	Stupeň otáček	Množství vzduchu m ³ /h	Výkonová řada 0				Výkonová řada 1			
				Chladicí výkon	Tlaková ztráta	Topný výkon	Tlaková ztráta	Chladicí výkon	Tlaková ztráta	Topný výkon	Tlaková ztráta
				\dot{Q}_K kW	Δp_K kPa	\dot{Q}_H kW	Δp_H kPa	\dot{Q}_K kW	Δp_K kPa	\dot{Q}_H kW	Δp_H kPa
S	AC	1	250	1,5	1,9	-	-	-	-	-	-
		2	310	1,8	2,7	-	-	-	-	-	-
		3	460	2,5	4,6	-	-	-	-	-	-
		1	330	-	-	-	-	2,4	3,4	-	-
		2	480	-	-	-	-	3,3	5,9	-	-
		3	660	-	-	-	-	4,2	9,4	-	-
		1	480	-	-	-	-	-	-	-	-
		2	710	-	-	-	-	-	-	-	-
		3	850	-	-	-	-	-	-	-	-

Obrázek 32 - Návrhové podklady pro fancoily [7]

Tabulka 16 - Návrh fancoilů

Č.ZAŘÍZENÍ	Č.MÍSTNOSTI	NÁZEV	te	ti	PRIMÁRNÍ VZDUCH Z VZT JEDNOTKY	TEPLOTA VZDUCHU Z VZT JEDNOTKY	POTŘEBNÝ VÝKON CHLADIČE VZT JEDNOTKY NA MÍSTNOST	ROZDÍL TEPLOT CHLADIČÍ VODY PRO VZT	TEPELNÝ ZISK	POKRYTÍ ZISKŮ FANCOILY	ROZDÍL TEPLOT CHLADIČÍ VODY PRO FC	TEPLOTA VZDUCHU Z FANCOILU	NÁVRH FANCOILU	PRŮTOK 1 FANCOILU	CELKOVÝ PRŮTOK FANCOILŮ	VÝKON FANCOILU	CELKOVÝ VÝKON FANCOILŮ	POČET FANCOILŮ								
-	-	-	°C	°C	(m ³ /h)	°C	W	°C	W	W	°C	°C		(m ³ /h)	(m ³ /h)	W	W	ks								
Zařízení č. 1 - Restaurace																										
1	112	RESTAURACE	32	26	1950	20	4953	6	9960	6096	6	20	GCS1.UWO.AE1	330	660	2400	4800	2								
	113	PŘÍPRAVNA	32	26	250	20	991	6	1765	1270	6	20	GCS1.UWO.AE0	250	250	1500	1500	1								
														Σ	7366	W						Σ	1160	(m ³ /h) Σ	7800	W
Zařízení č. 2 - Prodejna																										
2	115	PRODEJNA	32	26	500	20	1981	6	4802	3811	6	20	GCS1.UWO.AE1	330	330	2400	2400	1								
													GCS1.UWO.AE0	250	250	1500	1500	1								
														Σ	3811	W						Σ	580	(m ³ /h) Σ	3900	W
Zařízení č. 3 - Zdravotnické rařízení																										
3	124	SESTERNA	32	26	450	32	0	6	961	1789	6	26	GCS1.UWO.AE0	310	310	1800	1800	1								
	125	ORDINACE	32	26	600	32	0	6	763	1952	6	26	GCS1.UWO.AE1	330	330	2400	2400	1								
														Σ	3741	W						Σ	4200	(m ³ /h) Σ	4200	W

9. ÚTLUM HLUKU

Jako nežádoucí rušící element je považován hluk, šířící se od ventilátoru potrubím až k distribučním elementům v místnosti. Vložením tlumiče hluku do této trasy se tomuto šíření hluku zamezí nebo případně se sníží na požadovanou normovou hladinu hluku.

Výpočet útlumu hluku byl řešen ve výpočtovém program Excel.

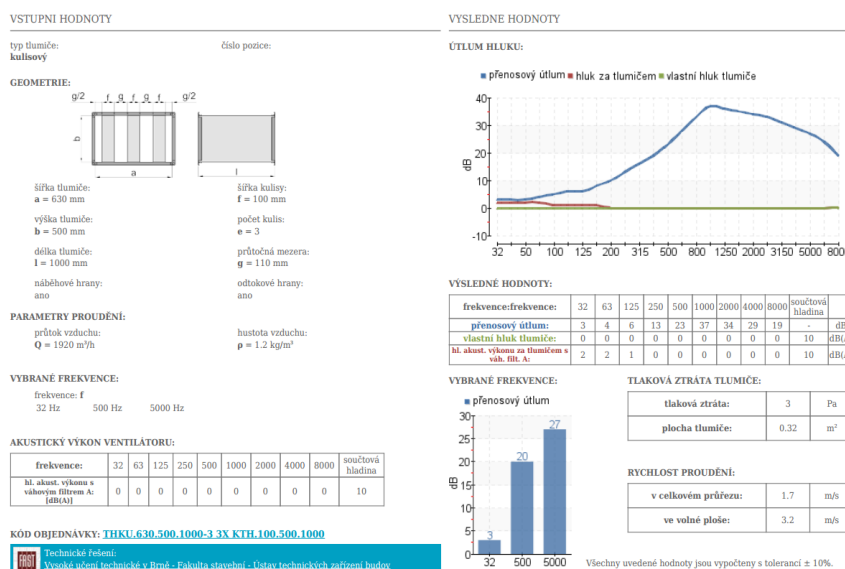
V zařízení č.1 jsou použity čtyřhranné kulisové tlumiče hluku o firmy M-art, s.r.o.. Tlumiče jsou kromě odvodní - sací větve umístěny na každé straně výdech z jednotky.

V zařízení č.2 jsou použity tlumiče hluku do spiro potrubí. Tlumiče jsou realizovány od firmy Greif-Akustik, s.r.o.. Tlumiče jsou umístěny pouze na přívodu a odvodu z místnosti.

V zařízení č.3 jsou použity tlumiče hluku do spiro potrubí s vnitřním jádrem. Tlumiče jsou realizovány od firmy Greif-Akustik, s.r.o.. Tlumiče jsou osazeny na všech výdeších z jednotky.

Vzorový návrh tlumiče a útlum hluku v potrubí na **přívodním potrubí zařízení č.1**

Z dokumentace vzduchotechnické jednotky je uveden patřičný hluk na přívodní - výtlakové straně. Údaje jsou vypsaný v jednotlivých frekvenčních pásmech. Pro exteriér jsme volili maximální hodnotu akustické hladiny 50db (žádný z funkčních celků nefunguje po 22:00). V místnosti je hluk limitován pro určitý komfort hladina hluku na 40db.



Tabulka 17 - Útlum hluku v zařízení č.1 přívod -výtlak

Název akce: Zřízení č.1										Hladina akustického výkonu / tlaku [dB] *1)	Hladina akustického výkonu / tlaku s filtrem A [dB] *2)							
Popis výpočtu: Přívod-výtlak																		
Vypracoval: Ondřej Malovaný												Datum: úterý 9. květen 2017						
Poznámka: *1) celková hladina v rozsahu frekvenčních oktávových pásem 31,5 až 8000 Hz jejichž díle části jsou uvedeny v předchozím řádku; zda se jedná o hladinu akustického tlaku, nebo výkonu vyplývá z povahy výpočtu a možného řádku výpočtu; *2) celková hladina jako v předchozím případě, ale s přepočítáním pomocí filtru A; ÚTLUM - snížení akustického tlaku při šíření zvuku vlivem různých překážek a fyzikálních vln, například vzduchotechnických tvarovek v potrubní cestě [dB]; HLUK - vlastní hluk (akustický výkon) vznikající v daném prvku zejména vlivem aerodynamiky [dB]; SOUČET - řádek s mezisoučtem předchozích řádků vyjadřující dle kontextu obvykle hladinu akustického tlaku [dB], případně výkonu [dB]; VÝKON - akustický výkon zdroje [dB]; VÝKON-A - akustický výkon zdroje s přepočítáním pomocí filtru A [dB]																		
Id. číslo prvku	Popis prvků a jejich parametrů					Oktávová pásma [Hz]												
						31,5 63 125 250 500 1000 2000 4000 8000												
1	VZT Jednotka zařazení č.1					VÝKON-A	0,0	16,8	34,9	55,4	67,8	77,0	77,2	74,0	63,9			
x	Poznámka: Přívod-výtlak					VÝKON	20,0	43,0	51,0	64,0	71,0	77,0	76,0	73,0	65,0	81,1	81,4	
2	Čtyřhranné potrubí rovné; poz.: 500x450mm					ÚTLUM	-3,0	-4,0	-6,0	-13,0	-23,0	-37,0	-34,0	0,0	0,0			
x						Délka 1,0 m	HLUK	20,3	18,3	16,3	15,3	14,3	13,3	12,3	8,3	1,3	25,1	18,5
x	Průtok vzduchu 1920 m3/h					Plocha 0,23 m2	SOUČET	21,9	39,0	45,0	51,0	48,0	40,0	42,0	73,0	65,0	73,7	74,4
3	Oblouk čtyřhranný; poz.: 500x450mm					ÚTLUM	0,0	0,0	-0,1	-1,1	-2,1	-3,1	-4,1	-5,1	-6,1			
x	Poloměr zaoblení 1,00 m					Šířka 0,50 m	HLUK	10,8	9,8	10,6	7,8	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	16,6	8,4
x	Průtok vzduchu 1920 m3/h					Plocha 0,23 m2	SOUČET	22,3	39,0	44,9	49,9	45,9	37,0	37,9	67,9	58,9	68,6	69,3
4	Čtyřhranný kulisový tlumič 630x500x1000mm					ÚTLUM	-3,0	-4,0	-6,0	-13,0	-23,0	-37,0	-34,0	-29,0	-19,0			
x	Poznámka:					HLUK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,5	7,0	
x						SOUČET	19,3	35,0	38,9	36,9	23,0	3,0	5,4	38,9	39,9	45,3	42,7	
5	Oblouk kruhový; poz.: 400mm					ÚTLUM	0,0	0,0	0,0	-0,8	-1,8	-2,8	-3,8	-4,8	-5,8			
x	Poloměr zaoblení osy 0,40 m					Průměr 0,40 m	HLUK	26,9	25,9	26,1	23,9	21,5	14,4	8,8	2,3	0,0	32,3	21,8
x	Průtok vzduchu 1920 m3/h					Plocha 0,13 m2	SOUČET	27,6	35,5	39,2	36,4	24,3	14,6	9,6	34,2	34,2	43,5	38,0
6	Oblouk kruhový; poz.: 400mm					ÚTLUM	0,0	0,0	0,0	-0,8	-1,8	-2,8	-3,8	-4,8	-5,8			
x	Poloměr zaoblení osy 0,40 m					Průměr 0,40 m	HLUK	26,9	25,9	26,1	23,9	21,5	14,4	8,8	2,3	0,0	32,3	21,8
x	Průtok vzduchu 1920 m3/h					Plocha 0,13 m2	SOUČET	30,3	36,0	39,4	35,9	25,1	16,3	10,6	29,4	28,4	42,9	34,2
7	Kruhové potrubí rovné; poz.: 400mm					ÚTLUM	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
x						Délka 1,4 m	HLUK	30,4	28,4	26,4	25,4	24,4	23,4	22,4	18,4	11,4	35,2	28,7
x	Průtok vzduchu 1920 m3/h					Plocha 0,13 m2	SOUČET	33,3	36,7	39,6	36,3	27,8	24,2	22,7	29,7	28,5	43,6	35,3
8	Oblouk kruhový; poz.: 400mm					ÚTLUM	0,0	0,0	0,0	-0,8	-1,8	-2,8	-3,8	-4,8	-5,8			
x	Poloměr zaoblení osy 0,40 m					Průměr 0,40 m	HLUK	26,9	25,9	26,1	23,9	21,5	14,4	8,8	2,3	0,0	32,3	21,8
x	Průtok vzduchu 1920 m3/h					Plocha 0,13 m2	SOUČET	34,2	37,0	39,8	35,8	27,3	22,2	19,3	25,0	22,8	43,5	32,7
9	Odbočka kruhová - odbočení; poz.: 400/200mm					ÚTLUM	-7,0	-7,0	-7,0	-7,0	-7,0	-8,1	-13,5	-12,3	-13,0			
x	Poměr ploch 5,00 -					Šířka odbočky 0,20 m	HLUK	9,1	10,2	10,6	19,3	21,1	21,0	14,7	17,0	12,0	26,7	25,0
x	Průtok vzduchu výstupu 313 m3/h					Plocha odbočky 0,03 m2	SOUČET	27,3	30,1	32,8	29,3	23,7	21,8	15,2	18,4	14,1	36,8	27,6
10	SONOFLEX MO 203mm					ÚTLUM	0,0	-9,0	-16,0	-21,0	-17,5	-13,5	-10,0	-12,5	-8,0			
x	Poznámka:					HLUK	15,1	13,1	20,0	10,1	9,1	8,1	7,1	3,1	0,0	22,7	13,9	
x						SOUČET	27,6	21,7	21,7	12,3	10,9	11,2	9,3	7,7	7,0	29,7	16,8	
11	Regulační klapka; poz.: 200mm					ÚTLUM	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
x						Plocha klapky 0,03 m2	HLUK	29,7	30,7	31,7	30,7	28,7	25,7	21,7	15,7	8,7	37,8	30,7
x	Průtok vzduchu 313 m3/h					Tlaková ztráta 10,00 Pa	SOUČET	31,8	31,2	32,1	30,8	28,8	25,9	21,9	16,3	10,9	38,4	30,9
12	Vřířivá vyúst; poz.: 200mm					ÚTLUM	-19,6	-15,1	-10,6	-6,1	-1,6	0,0	0,0	0,0	0,0			
x						Jmenovitá plocha v 0,10 m2	HLUK	24,8	23,8	21,8	19,8	16,8	11,8	5,8	0,0	0,0	29,3	18,0
x	Průtok vzduchu 313 m3/h					Tlaková ztráta 7,00 Pa	SOUČET	25,0	24,5	24,7	25,9	27,6	26,0	22,0	16,4	11,3	33,9	30,0
13	Šíření zvuku v uzavřeném prostoru z jednoho zdroje					ODRAŽENÉ	14,1	13,5	13,7	14,9	16,6	15,0	11,1	5,5	0,3			
x	Vzdálenost od zdroje 1,00 m					Směrový činitel 2,00 -	PŘÍMÉ	17,1	16,5	16,7	17,9	19,6	18,0	14,1	8,5	3,3	25,9	22,1
x	Plocha stěn 284 m2					Střední činitel pohli 0,15 -	SOUČET	18,8	18,3	18,4	19,7	21,3	19,8	15,8	10,2	5,1	27,7	23,8
14	Součet hladin z několika zdrojů - pole přímých vln					KOREKCE	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4		
x	Vzdálenost od zdroje 1,00 m					Počet zdrojů 3 ks	PŘÍMÉ	19,2	18,6	18,8	20,0	21,7	20,2	16,2	10,6	5,4		
x	Přínůstek vzdálenosti 3,00 m					SOUČET	19,2	18,6	18,8	20,0	21,7	20,2	16,2	10,6	5,4			
15	Celkový součet					Ka	-39,4	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0,0	1,2	1,0	-1,1			
x	Hladina akustického tlaku s filtrem A [dB]						24,2											
x	Hladina akustického tlaku [dB]						28,1											

10. IZOLACE

Izolace byly navrhнутy pro zamezení kondenzace vzduchu na povrchu nebo v ně potrubí a proti zabránění poklesu teploty o více jak 1°C.

Výpočty byly provedeny v softwaru TERUNA.

REKAPITULACE TEPELNÝCH IZOLACÍ

Zařízení č.1		
Přívod - výtlak v exteriéru	ROCKWOOL	Techrock 60 ALS tl.60mm
Odvod - výtlak do exteriéru	ROCKWOOL	Techrock 40 ALS tl.40mm
Zařízení č.2		
Přívod -sání do interiéru	ISOVER	ML-3 tl.40mm
Zařízení č.3		
Přívod -sání do interiéru	ISOVER	ML-3 tl.40mm

Tabulka 18 - Tepelné izolace



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA MULTIFUNKČNÍHO OBJEKTU

AIR CONDITION OF MULTIFUNCTION OBJECT

C – PROJEKT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ondřej Malovaný

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PAVEL UHER, Ph.D.

Stavitel : JINDŘICH PRŮŽNÝ, Ulice na smetánce 17, 755 01 VSETÍN

Místo stavby : VSETÍN, kat. území VSETÍN, parc. č. 2697/2

Druh dokumentace : Dokumentace pro provádění stavby

NÁZEV STAVBY:

VZDUCHOTECHNIKA MULTIFUNKČNÍHO OBJEKTU

AIR CONDITION OF MULTIFUNCTION OBJECT

SO 01 **MULTIFUNKČNÍ OBJEKT**

D.1.4 **TECHNIKA PROSTŘEDÍ STAVEB**

D.1.4.1 **VZDUCHOTECHNIKA**

D.1.4.1.01 **TECHNICKÁ ZPRÁVA**

SEZNAM DOKUMENTACE:

D.1.4.1.01 **TECHNICKÁ ZPRÁVA**

D.1.4.1.02 **TECHNICKÁ SPECIFIKACE**

D.1.4.1.03 **PŮDORYS 1NP**

D.1.4.1.03 **ŘEZY ZAŘÍZENÍ č.1**

D.1.4.1.03 **ŘEZY ZAŘÍZENÍ č.2**

D.1.4.1.03 **ŘEZY ZAŘÍZENÍ č.3**

AUTOR PRÁCE **Ondřej Malovaný**
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE **Ing. PAVEL UHER, Ph.D.**
SUPERVISOR

11. TECHNICKÁ ZPRÁVA

11.1 ÚVOD

Předmětem této projektové dokumentace je vzduchotechnika polyfunkčního objektu stojícího ve Vsetíně. Vzduchotechnická zařízení jsou řešena pouze v 1NP, které je rozděleno do tří funkčních celků nezávislých na sobě. Každé zařízení pro daný celek zajišťuje interní mikroklima v návrhových místnostech a dále zajišťuje požadovanou výměnu vzduchu v hygienických zařízeních. Projektová dokumentace je zpravována v rozsahu pro provádění stavby.

11.1.1 PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ

- Podkladem pro zpracování byly výkresy půdorysy a řezy stavební části
- podklady výrobců zařízení

Systemair, a.s.

Remak, a.s

Greif-Akustik, s.r.o

Mart, s.r.o

Elektrodesign Ventilátory spol. s r.o.

ROCKWOOL, a.s.

Isover

- normy, předpisy:

Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací

Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci

Vyhláška č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky vnitřního prostředí

Vyhláška č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb ze znění pozdějších předpisů

ČSN 73 0872 Požární bezpečnost staveb. Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením

ČSN 73 05 40-3 Tepelná ochrana budov - Část 3: Návrhové hodnoty veličin

ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu

ČSN 01 3154 Technické výkresy - Instalace - Vzduchotechnika, klimatizace

ČSN 12 7010/Z1 Vzduchotechnická zařízení - Navrhování větracích a klimatizačních zařízení - Obecná ustanovení

ČSN 73 0548 Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů

ČSN 38 3350 Zásobování teplem, všeobecné zásady

11.1.2 VÝPOČTOVÉ HODNOTY KLIMATICKÝCH POMĚRŮ

Místo	:	Vsetín
Nadmořská výška	:	387 m n. m.
Normální tlak vzduchu	:	97,0 kPa
Výpočtová teplota vzduchu	:	LÉTO: 32°C ZIMA: -15°C
Entalpie	:	LÉTO: 65,0 kJ/kg ZIMA: -12,6 kJ/kg
Relativní vlhkost	:	LÉTO: 41 % ZIMA: 98 %

11.1.3 OCHRANA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Vzduchotechnická zařízení nedopravují žádné hygienicky významné škodliviny. Pro všechny provozy v jednotlivých VZT jednotkách se předpokládá běžná vzduchotechnika s prachovou filtrací, ohřevem a chlazením pro přívod a odvodem vzduchu do venkovního prostoru. Odpadní vzduch ze všech hygienických místností neexponuje žádné okolní objekty. Vzduchotechnická zařízení budou produkovat pevný odpad- zanesený filtrační materiál o celkové hmotnosti cca 8 kg/rok. Tento materiál nebude obsahovat biologicky aktivní látky a bude likvidován spolu s běžným odpadem.

11.1.4 VÝPOČTOVÉ HODNOTY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ

Rychlost vzduchu v pobytové zóně nepřekračuje hodnotu 0,25 m/s. Hluk ve vnějším prostoru stavby v denní době nepřekračuje normou danou hodnotu 50. Vzhledem k charakteru obsluhované stavby není uvažováno s provozem zařízení v noční době.

místnost			léto		zima		(m ³ /h)		Lwa
			(°C)	(%)	(°C)	(%)			dB
Č. ZAŘÍZENÍ	Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV	t	φ	t	φ	PŘÍVOD	ODVOD	HLUK
Zařízení č.1 - Restaurace									
1	106	WC ŽENY A IMOBILNÍ	N	do 60	N	40	0	50	25
	107	WC PERSONÁLU	N	do 60	N	40	0	80	25
	108	ŠATNA PERSONÁLU	N	do 60	N	40	120	50	30
	109	WC MUŽI	N	do 60	N	40	120	120	34
	110	ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	N	do 60	N	40	0	30	20
	111	CHODBA	N	do 60	N	40	180	50	22
	112	RESTAURACE	26	do 60	20	40	1250	1200	18
	113	PŘÍPRAVNA	26	do 60	20	40	250	300	23
	114	SKLAD	N	do 60	N	40	0	30	20
Zařízení č.2 - Prodejna									
2	115	PRODEJNA	26	do 60	20	40	500	290	28
	103	WC PERSONÁLU	N	do 60	N	40	0	80	20
	104	ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	N	do 60	N	40	0	30	20
	105	ŠATNA PERSONÁLU	N	do 60	N	40	0	50	18
Zařízení č.3 - Zdravotnické zařízení									
3	117	VSTUPNÍ HALA	30	do 60	N	40	210	100	33
	118	SKLAD ODPADU	30	do 60	N	40	0	55	25
	119	WC MUŽI	30	do 60	N	40	100	110	25
	120	WC ŽENY A IMOBILNÍ	30	do 60	N	40	0	50	16
	121	WC PERSONÁLU	30	do 60	N	40	0	80	20
	122	ŠATNA PERSONÁLU	30	do 60	N	40	80	80	29
	123	ČEKÁRNA	30	do 60	20	40	200	170	32
	124	SESTERNA	30	do 60	22	40	450	425	28
	125	ORDINACE	30	do 60	24	40	600	575	28

Tabulka 19 - Vnitřní prostředí

11.2 ZÁKLADNÍ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ

K zajištění všech požadavků, které jsou na profesi VZT kladeny, byly navrženy standardní nízkotlaké systémy. Vzduchotechnická zařízení byla dimenzována tak, aby splnila potřebné hygienické požadavky, normy a oborové zvyklosti (minimální potřebná dávka čerstvého vzduchu na osobu, potřebná doporučená intenzita větrání, dostatečná filtrace čerstvého vzduchu). VZT zařízení s ohledem na vzduchové výkony, uvažovanou dobu provozu a dispoziční možnosti byla navržena jako čerstvovzdušná. U všech VZT zařízení jsou navrženy systémy zpětného získávání tepla. Vždy je však dbáno na zajištění doporučené hygienické dávky čerstvého vzduchu. Technické a výkonové parametry jednotlivých zařízení jsou uvedeny v přílohách tohoto projektu.

Dělení funkčních celků:

1. Zařízení č.1 Restaurace
2. Zařízení č.2 Prodejna
3. Zařízení č.3 Zdravotnické zařízení

V případě zařízení č.1 se jedná o klimatizaci restaurace s přilehlou přípravnou a nuceného větrání hygienického zázemí. Restaurace je řešena jako přetlaková a přípravná naopak zase jako podtlaková. Nucené větrání hygienického zázemí je řešeno kombinací podtlakového a přetlakového systému. (V konečném součtu potom vychází celý systém jako rovnotlaký). VZT jednotka je umístěna v exteriéru a opatřena ochranou konstrukcí z deskového oplocení. Součástí VZT jednotky je parní vlhčení a pro toto zařízení je umístěn parní vyvíječ v suterénu objektu ve strojově vytápění a chlazení.

V případě zařízení č.2 se jedná o klimatizaci prodejny a nuceného větrání přilehlého hygienického zázemí. Prodejna je řešena jako přetlaková a hygienické zázemí jako podtlakové. VZT jednotka je umístěna pod stropem v místnosti č.105

V případě zařízení č.3 se jedná o nucené větrání zdravotnického zařízení. Ordinance, sesterna a čekárna jsou řešeny jako přetlakové. Hygienické zázemí je řešeno jako rovnotlaké. VZT jednotka je umístěna pod stropem v místnosti č.117.

Provoz VZT zařízení bude řízen samostatným systémem MaR.

Výroba chladicí vody a následné propojení fancoilů, VZT jednotky a externího chladiče bude součástí projektové dokumentace profese chlazení.

11.2.1 HYGIENICKÉ POŽADAVKY

Větrání bude navrženo v souladu s hygienickými předpisy

Zařízení č.1

Dávka vzduchu na osobu:	25m ³ /h
WC	50m ³ /h
Pisoár	25m ³ /h
Umyvadlo	30m ³ /h
Výlevka	30m ³ /h
10násobná výměna vzduchu v přípravně	
1,5násobná výměna vzduchu ve skladu	

Zařízení č.2

Dávka vzduchu na osobu:	25m ³ /h
WC	50m ³ /h
Umyvadlo	30m ³ /h
Výlevka	30m ³ /h
6násobná výměna vzduchu v prodejně	

Zařízení č.3

Dávka vzduchu na osobu:	25m ³ /h
WC	50m ³ /h
Pisoár	25m ³ /h
Umyvadlo	30m ³ /h
Výlevka	30m ³ /h
15násobná výměna vzduchu v ordinaci	
10násobná výměna vzduchu v sesterně	
5násobná výměna vzduchu v čekárně	

Třídy filtrace přiváděného vzduchu jsou uvedeny v popisu zařízení. Vytápění všech místností bude zajištěno pomocí otopných.

11.2.2 TEPELNÁ ZÁTĚŽ, VLHKOSTNÍ ZISKY

Místnost		Balance							Fancoil			VZT	
		g/s	(W)				(°C)		(g/kg _s)	(W)	(m ³ /h)	(g/kg _s)	(W)
Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV	VODNÍ ZISKY	TEP. ZISKY	TEP. TRÁTY	PŘÍVOD V LÉTĚ V _{pl}	PŘÍVOD V ZIMĚ V _{zr}	LÉTO	ZIMA	ODVLHČENÍ Δx	CHLADÍČÍ VÝKON FANCOILU	CIRKULAČNÍ PRŮTOK FCU	ODVLHČENÍ Δx	POTŘEBNÝ CHLADÍČÍ VÝKON VZT JEDNOTKY
Zařízení č.1 - Restaurace													
106	WC ŽENY A IMOBILNÍ	-	-	-	0	0	N	N	-	-	-	-	-
107	WC PERSONÁLU	-	-	-	0	0	N	N	-	-	-	-	-
108	ŠATNA PERSONÁLU	-	-	-	120	120	N	N	-	-	-	-	-
109	WC MUŽI	-	-	-	120	120	N	N	-	-	-	-	-
110	ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	-	-	-	0	0	N	N	-	-	-	-	-
111	CHODBA	-	-	-	180	180	N	N	-	-	-	-	-
112	RESTAURACE	1,51	9960	-	1250	1250	20	20	1,04	6300	910	0,30	4953
113	PŘÍPRAVNA	0,11	1765	-	250	250	20	20	0,21	1500	250	0,08	991
114	SKLAD	-	-	-	0	0	N	N	-	-	-	-	-
				Σ	1920	1920		Σ	1,25	7800	1160	0,4	5944
Zařízení č.2 - Prodejna													
115	PRODEJNA	0,26	5266	-	500	500	20	20	0,42	3900	580	0,19	1981
103	WC PERSONÁLU	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-
104	ÚKLIDOVÁ MÍSTNOST	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-
105	ŠATNA PERSONÁLU	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-
				Σ	500	500		Σ	0,42	3900	580	0,2	1981
Zařízení č.3 - Zdravotnické zařízení													
117	VSTUPNÍ HALA	-	-	-	210	210	N	N	-	-	-	-	-
118	SKLAD ODPADU	-	-	-	0	0	N	N	-	-	-	-	-
119	WC MUŽI	-	-	-	100	100	N	N	-	-	-	-	-
120	WC ŽENY A IMOBILNÍ	-	-	-	0	0	N	N	-	-	-	-	-
121	WC PERSONÁLU	-	-	-	0	0	N	N	-	-	-	-	-
122	ŠATNA PERSONÁLU	-	-	-	80	80	32	20	-	-	-	-	-
123	ČEKÁRNA	0,13	606	-	200	200	32	20	-	-	-	-	-
124	SESTERNA	0,06	961	-	450	450	32	20	0,38	1800	310	0,26	0
125	ORDINACE	0,06	763	-	600	600	32	20	0,50	2400	330	0,28	0
				Σ	1640	1640		Σ	0,88	4200	640	0,53	0

Tabulka 20 - Tepelná zátěž, vlhkostní zisky

11.2.3 TECHNOLOGICKÉ VĚTRÁNÍ A CHLAZENÍ

Na objekt nejsou žádné technologické nároky vyžadující technologické větrání a chlazení.

11.2.4 ENERGETICKÉ ZDROJE

ELEKTRICKÁ ENERGIE

Pro ohřev vzduchu v tepelných výměnících vzduchotechnických jednotek a ohříváčů bude sloužit Elektrická energie je uvažována pro pohon elektromotorů VZT a parní vyvíječ – soustava 3NPE 400 V, 50 Hz; 1NPE 230 V, 50 Hz

TEPELNÁ ENERGIE

Pro ohřev vzduchu v tepelném výměníku vzduchotechnické jednotky zařízení č.1 bude sloužit topná voda s teplotním spádem 70/50 °C. Strojovna vytápění a

chlazení je v 1PP. Napojení vodních ohříváčů bude přes regulační uzly. Napojení výměníku a dodávku regulačních uzlů zajistí profese vytápění. Chlazení venkovního vzduchu ve výměníku VZT jednotky, externím chladiči a ve fancoilech bude zajištěno centrálním zdrojem chladu. Dodávku tohoto zařízení a napojení na vodní chladiče zajistí profese chlazení.

11.3 POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ

11.3.1 KONCEPCE VĚTRACÍCH A KLIMATIZAČNÍCH ZAŘÍZENÍ

Vzduchotechnické zařízení bude sloužit k dosažení požadovaného mikroklimatu v různých funkčních celcích. U zařízení č.1 je VZT jednotka řešena v provedení venkovním. Ostatní dvě zařízení jsou řešena jako podstropní jednotky. Všechny VZT jednotky jsou napojeny pro odvod kondenzátu na vnitřní kanalizaci v patřičném spádu.

Rozvod vzduchu v budě v celé budově proveden z ocelového SPIRO potrubí. Sání čerstvého vzduchu bude izolováno vždy kvůli zamezení kondenzace. U zařízení č.1 budou požitý čtyřhranné kulisové tlumiče hluku a u zbylých dvou zařízení budou voleny tlumiče hluku do kruhového potrubí. Na vstupu do jednotek jsou osazeny regulační klapky se servopohony.

Distribuční prvky jsou voleny pro hygienická zařízení na straně odvodu i přívodu talířovými ventily a v referenčních místnostech jsou použity vířivé výústky v požadovaných dimenzích. Všechny distribuční elementy budou připojeny přes regulační klapky a ohebné hadice SONOFLEX MO.

Sání a výtlač bude v případě zařízení č. 1 řešen v exteriéru vyosením přívodního a odvodního potrubí tak aby odvodní potrubí mělo výfuk po směru větru. Na přívodu bude osazena protidešťová žaluzie a na straně výfuku je pouze síto proti hmyzu a 15° koleno pro zastřešení. V případě ostatních zařízení je přívod a odvod řešen přes stěnu o exteriéru v dostatečné vzdálenosti od sebe proti znehodnocování přívodního vzduchu či zkratu. Potrubí jsou na fasádě objektu ukončeny protidešťovými žaluziemi.

Navržená vzduchotechnická zařízení jsou rozdělena do následujících funkčních celků:

ZAŘÍZENÍ Č.1 – RESTAURACE

Zařízení je určeno pro větrání místnosti č. 112 „Restaurace“ a přilehlého hygienického zázemí. Jedná se o nucené větrání.

Množství vzduchu bylo určeno dle požadované dávky vzduchu na osobu $25\text{ m}^3/\text{h}$ a minimální dávkou vzduchu na výtok WC $50\text{ m}^3/\text{h}$, umyvadlo $30\text{ m}^3/\text{h}$, pisoár $25\text{ m}^3/\text{h}$, výlevka $30\text{ m}^3/\text{h}$

Přívod vzduchu je zajištěn do prostoru přes vzduchotechnickou jednotku s rekuperací tepla, která je umístěná v exteriéru. Pro úpravu a dopravu vzduchu do prostor bude sloužit kompaktní rekuperační jednotka REMAk **AeroMaster XP04** s by-passem.

V jednotce jsou prováděny tyto úpravy vzduchu:

Přívodní část jednotky :

- 1° filtrace třídy M5
- ohřev vzduchu v deskovém rekuperačním výměníku
- dohřev vzduchu vodním výměníkem při tep. spádu topné vody $70/50^\circ\text{C}$
- parní vlhčení v zimním období
- vodní chladič s eliminátorem kapek, teplotní spád $7/14^\circ\text{C}$
- doprava přívodního vzduchu ventilátorem

Odvodní část jednotky :

- filtrační díl - třída M5
- rekuperace tepla pomocí deskového výměníku
- doprava odvodního vzduchu ventilátorem

Vzduchový výkon přívodní i odvodní části $1920\text{ m}^3/\text{h}$

Venkovní vzduch je přiváděn přes protidešťovou žaluzii tepelně izolovaným vzt. potrubím do jednotky, kde je upravován na požadované parametry.

Upravený vzduch je veden vzt. potrubím do restaurace, kde je distribuován pomocí vířivých vyústí. Tyto vyústě, budou instalovány v kazetovém podhledu. Přívodní vzduch v hygienickém zázemí bude distribuován pomocí talířových ventilů.

Odvodní vzduch je v prostoru restaurace odváděn pomocí odvodních vířivých vyústí a v hygienickém zázemí odvod zajišťují talířové ventily. Odpadní vzduch z distribučních elementů je SPIRO potrubím veden do jednotky, kde odpadní vzduch odevzdá teplo přívodnímu vzduchu. Talířové ventily budou umístěny v podhledech. Veškeré distribuční elementy budou napojeny přes ohebné hadice.

Odvodní vzduch z jednotky je veden přes kulisový tlumič hluku, za kterým je osazeno pouze síť proti hmyzu a ochranné 15°koleno přes které je odpadní vzduch vyfukován do venkovního prostředí

Hluk jednotky do sání a výtlaku je na požadovanou hodnotu utlumen vložitelnými tlumiči hluku osazenými v příslušných vzduchovodech.

Zařízení bude spínáno ručně dle potřeby.

ZAŘÍZENÍ Č.2 – PRODEJNA

Zařízení je určeno pro větrání místnosti č. 115 „Prodejna“ a přilehlého hygienického zázemí. Jedná se o nucené větrání.

- množství vzduchu v prodejně bylo určeno jako 5násobná výměna vzduchu

hygienické zázemí dle požadované dávky vzduchu na šatní skříňku 25m³/h a minimální dávkou vzduchu na výtok WC 50 m³/h, umyvadlo 30 m³/h pisoár 25 m³/h, výlevka 30 m³/h

Přívod vzduchu je zajištěn do prostoru přes vzduchotechnickou jednotku s rekuperací tepla. Pro úpravu a dopravu vzduchu do prostor bude sloužit kompaktní plochá rekuperační jednotka s rotačním rekuperátorem

Topvex FR03 EL-L-CAV

V jednotce jsou prováděny tyto úpravy vzduchu:

Přívodní část jednotky :

- 1° filtrace třídy F7
- ohřev vzduchu v rotačním výměníku
- dohřev vzduchu elektrickým ohříváčem o výkonu 5kW
- doprava přívodního vzduchu ventilátorem

Odvodní část jednotky :

- filtrační díl - třída M5
- rekuperace tepla pomocí rotačního výměníku
- doprava odvodního vzduchu ventilátorem

Vzduchový výkon přívodní části je 500 m³/h a odvodní části je 450 m³/h, což odpovídá 5násobné výměně vzduchu.

Venkovní vzduch je přiváděn přes protidešťovou žaluzii tepelně izolovaným vzt. potrubím do jednotky, kde je upravován dle možností na požadované parametry. K chlazení přívodního vzduchu nedochází v jednotce. Vodní chladič o teplotním spádu 7/14°C je externě umístěn na potrubí za tlumič hluku.

Upravený vzduch je veden vzt. SPIRO potrubím do prodejny, kde je distribuován pomocí vířivých vyústí. Tyto vyústě, budou instalovány v kazetovém podhledu.

Odvodní vzduch je v prostoru prodejny odváděn pomocí odvodních vířivých vyústí a v hygienickém zázemí odvod zajišťují talířové ventily. Odpadní vzduch z distribučních elementů je SPIRO potrubím veden do jednotky, kde odpadní vzduch odevzdá teplo přívodnímu vzduchu. Talířové ventily budou umístěny v podhledech. Veškeré distribuční elementy budou napojeny přes ohebné hadice.

Odvodní vzduch z jednotky je veden vzt. potrubím na fasádu objektu, kde je vyfukován do venkovního prostředí protidešťovou žaluzií.

Hluk jednotky do sání a výtaku je na požadovanou hodnotu utlumen kruhovými tlumiči hluku osazenými v příslušných vzduchovodech.

Zařízení bude spínáno ručně dle potřeby.

ZAŘÍZENÍ Č.3 – ZDRAVOTNICKÉ ZAŘÍZENÍ

Zařízení je určeno pro větrání zdravotnického zařízení a přilehlého hygienického zázemí. Jedná se o nucené větrání.

- množství vzduchu v ordinaci bylo určeno jako 15násobná výměna vzduchu
- množství vzduchu v sesterně bylo určeno jako 10násobná výměna vzduchu
- množství vzduchu v čekárně bylo určeno jako 5násobná výměna vzduchu

Hygienické zázemí dle požadované dávky vzduchu na šatní skříňku 25m³/h a minimální dávkou vzduchu na výtok WC 50 m³/h, umyvadlo 30 m³/h, pisoár 25 m³/h, výlevka 30 m³/h

Přívod vzduchu je zajištěn do prostoru přes vzduchotechnickou jednotku s rekuperací tepla. Pro úpravu a dopravu vzduchu do prostor bude sloužit kompaktní plochá rekuperační jednotka s rotačním rekuperátorem

Topvex FR06 EL-L-CAV

V jednotce jsou prováděny tyto úpravy vzduchu:

Přívodní část jednotky :

- 1° filtrace třídy F7
- ohřev vzduchu v rotačním výměníku
- dohřev vzduchu elektrickým ohříváčem o výkonu 9,9kW
- doprava přívodního vzduchu ventilátorem

Odvodní část jednotky :

- filtrační díl - třída M5
- rekuperace tepla pomocí rotačního výměníku
- doprava odvodního vzduchu ventilátorem

Vzduchový výkon přívodní části je 500 m³/h a odvodní části je 450 m³/h, což odpovídá 5násobné výměně vzduchu.

Venkovní vzduch je přiváděn přes protidešťovou žaluzii tepelně izolovaným vzt. potrubím do jednotky, kde je upravován na požadované parametry.

Upravený vzduch je veden vzt. SPIRO potrubím do prostor zdravotnického zařízení, kde je distribuován pomocí vířivých vyústí. Tyto vyústí, budou instalovány v kazetovém podhledu.

Odvodní vzduch je v prostoru zdravotnického zařízení odváděn pomocí odvodních vířivých vyústí a v hygienickém zázemí odvod zajišťují talířové ventily. Odpadní vzduch z distribučních elementů je SPIRO potrubím veden do jednotky, kde odpadní vzduch odevzdá teplo přívodnímu vzduchu. Talířové ventily budou umístěny v podhledech. Veškeré distribuční elementy budou napojeny přes ohebné hadice.

Odvodní vzduch z jednotky je veden vzt. potrubím na fasádu objektu, kde je vyfukován do venkovního prostředí protidešťovou žaluzií.

Hluk jednotky do sání a výtlaku je na požadovanou hodnotu utlumen kruhovými tlumiči hluku osazenými v příslušných vzduchovodech.

Zařízení bude spínáno ručně dle potřeby.

11.4 NÁROKY NA ENERGIE

K zajištění bezproblémového provozu vzduchotechnických zařízení je nutné celoročně zajistit následující energie a média:

a) instalovaný elektrický příkon

Zařízení č.1

VZT jednotka 1,1 kW

Parní vlhčení 18,8kW

Zařízení č.2

VZT jednotka 6,4 kW

Zařízení č.3

VZT jednotka 11,6 kW

b) topná voda pro VZT jednotku

tw= 70/50 °C

c) ch voda pro VZT jednotku

tw= 7/14 °C

d) instalovaný chladicí výkon

Zařízení č.1

VZT jednotka 7,6 kW

Fancoily 9,6 kW

Zařízení č.2

VZT jednotka 2,0 kW

Fancoily 6,4 kW

Zařízení č.3

Fancoily 4,2 kW

e) celkový instalovaný chladicí výkon:

QCH= 29,8 kW

11.5 MĚŘENÍ A REGULACE

Ze strany profese vzduchotechniky je požadováno:

- a) zajistit kvalitativní regulaci výkonu VZT jednotek;
- b) protimrazovou ochranu výměníků řešit na straně vody a vzduchu, na straně vody s použitím trojcestného ventilu a nuceného oběhu média pomocí čerpadla, použít teploměry k měření teploty vody;
- c) hlásit zanesení filtrů;
- d) signalizovat polohy listů regulačních klapek (otevřeno - zavřeno);
- e) po konzultaci se zpracovateli ostatních subprojektů, případně s uživatelem objektu vyřešit, odkud budou zařízení spouštěna;
- f) úzce spolupracovat s projektem elektroinstalace;
- g) zajistit osazení uzavíracích klapek u VZT jednotek a ventilátorů servopohonů;
- h) zajistit osazení frekvenčních měničů u VZT jednotek;
- i) zajistit signalizaci polohy požárních klapek na ovládacím panelu;
- j) všechny prostory, které jsou vzduchotechnicky řešeny budou ovládány z technického řídicího pracoviště- velínu;
- k) automatická regulace bude pracovat podle časového programu podle využití daného klimatizovaného nebo větraného prostoru.

11.5.1 EPS

Ze strany profese vzduchotechniky je požadováno:

- a) zajistit odstavení všech vzduchotechnických zařízení v případě požáru.

11.6 POŽADAVKY NA OSTATNÍ PROFESI

V průběhu zpracování dokumentace byly veškeré požadavky na navazující profesi předány zpracovatelům jednotlivých subprojektů a celá problematika s nimi byla konzultována.

11.6.1 STAVBA

Ze strany profese vzduchotechniky je požadováno:

- a) po montáži VZT zařízení provést utěsnění prostupů potrubí stavební části, utěsnění musí zabezpečovat pružné uložení vzduchotechnického potrubí vůči stavební konstrukci
- b) prostupy stavební konstrukcí pro VZT potrubí musí být minimálně o 100 mm větší, než je skutečný rozměr potrubí
- c) zajistit stavební výpomoc v průběhu montáže VZT zařízení
- d) zajištění elektrických přípojek pro napájení ručního nářadí
- e) projekčně a dodávkově zajistit uzemnění VZT zařízení ve smyslu ČSN 33 20 00
- f) před zahájením montáže VZT zařízení musí být dodržena požadovaná stavební připravenost
- g) zajistit kontrolní a revizní otvory pod regulačními elementy rozvodů vzduchotechniky a pod VZT zařízeními

11.6.2 ELEKTROINSTALACE

Ze strany profese vzduchotechniky je požadováno:

- a) vzduchotechnická zařízení napojit na elektrickou rozvodnou soustavu 3×230/400 V
- b) napojení spotřebičů řešit ve smyslu požadavků jednotlivých výrobců zařízení
- c) zajistit napojení čerpadel vodních okruhů ohříváče a chladičů při ovládání ve vazbě na VZT zařízení
- d) zajistit uzemnění vzduchotechnických zařízení včetně potrubních rozvodů, které jsou vodivě propojeny
- e) u každého elektromotoru bude instalován blokovací vypínač umožňující vypnutí zařízení při opravách
- f) zajistit napájení a ve spolupráci s MaR a EPS ovládání servopohonů vybraných klapek (230V).

11.6.3 ZDRAVOTECHNIKA

Ze strany profese zdravotechniky je požadováno:

odvod kondenzátu z chladičů a kondenzačních van klimatizačních jednotek

Přívod pitné vody pro napojení parního zvlhčovače na vodovod,

11.6.4 ROZVOD TEPLA A CHLADU

Ze strany profese vzduchotechniky je požadováno:

- a) napojit vodní ohřívač vzduchotechnické jednotky umístěné v exteriéru topným médiem- topná voda 70/50 °C;
- b) napojit vodní chladič vzduchotechnické jednotky umístěné v exteriéru chladícím médiem- chladící voda 7/14°C;
- c) napojit externí vodní chladič umístěný na potrubí v zařízení č.2 chladícím médiem- chladící voda 7/14°C;
- d) e) topná a chladící voda nesmí obsahovat nečistoty způsobující zanášení;
- e) f) rozvody médií nesmí být vedeny podél obslužné strany VZT jednotek (nesmí být zamezen přístup k ventilátorům, filtrům, apod.);
- f) g) při zajišťování a vlastní realizaci vodních rozvodů je nutné vřadit do sítě filtry;
- g) h) před a za výměníky tepla osadit teploměry a odběrová místa pro měření teploty a tlakových poměrů;
- h) i) respektovat profesní vazby na elektrický silnoproud a MaR, především v části protimrazové ochrany vodních ohřívačů;
- i) j) respektovat předepsaný tlak výměníků dle norem výrobce; k) zabezpečit přístupy k regulačním armaturám.

11.7 PROTIHLUKOVÁ OPATŘENÍ

Hluk působený provozem VZT zařízení nesmí ve venkovním chráněném prostoru stavby a ve vnitřních chráněných prostorách překročit hygienický limit hluku stanovený nařízením vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. U vzduchotechnických zařízení je důsledně dbáno na zabránění šíření hluku a vibrací.

K zamezení pronikání hluku do větraných prostor budou provedena následující opatření:

- a) vzduchotechnické jednotky budou od stabilních vzduchovodů odděleny pružnými manžetami (vločkami) umožňující pohyb strojů min. 5 mm;
- b) napojení na potrubní hrdla, příruby a trubky výměníků vzduchotechnických jednotek budou provedena přes pružné kompenzátory nebo flexi hadice;
- c) všechny rotační části použitých zařízení musí být staticky a dynamicky vyváženy;
- d) zařízení jsou dimenzována také s ohledem na jejich hlukové parametry, tedy s dostatečnou rezervou výkonových charakteristik a v oblastech s nižší produkcí primárních hlukových a vibračních zátěží, což je velmi důležité dodržet při záměně výrobků dodavatelem vzduchotechnických zařízení;
- e) u potrubních rozvodů budou tam, kde byly výpočtem stanoveny, vřazeny tlumiče hluku (přesné umístění tlumičů hluku viz výkresy rozvodů vzduchotechnického potrubí jednotlivých podlaží polyfunkčního objektu);
- f) distribuční elementy jsou voleny tak, aby ve spojitosti s požadovaným útlumem v tlumičích hluku a celé potrubní trasy byly v jednotlivých prostorech dodrženy požadované hladiny akustických tlaků;
- g) rychlosti proudění vzduchu v potrubí jsou voleny tak, aby rychlost proudění vzduchu nezpůsobovala nadměrný hluk.

11.8 IZOLACE A NÁTĚRY

V případě zařízení č.1 budou použity desky z minerální vlny, hydrofobizované, s hliníkovou folií a s minimálním součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,38 \text{ W/}\cdot\text{mK}$. U zbylých dvou zařízení se pro kruhové potrubí se použije lamelový skružovatelný pás ze skelné vlny s minimálním součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,38 \text{ W/}\cdot\text{mK}$. Tepelnou izolaci bude opatřeno u zařízení č.1 přívodní i odvodní potrubí a u zařízení č. 2 a 3 všechna potrubí nasávající vzduch z exteriéru. Tepelnou izolaci budou izolovány i pružné manžety VZT jednotek. Ostatní potrubí izolováno nebude. Zařízení bude povrchově opatřeno povrchovou úpravou už z výroby. Pozinkované potrubí ve vnitřním prostředí již nebude dále upravováno, ve vnějším prostředí bude opatřeno lakem.

11.10 PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ

Dle striktně rozdělených funkčních celků jsou také rozděleny požární úseky.

V tomto případě zde žádné potrubí ani jiné zařízení neprochází dvěma požárními úseky, tudíž se s protipožárním opatřením nemusí uvažovat

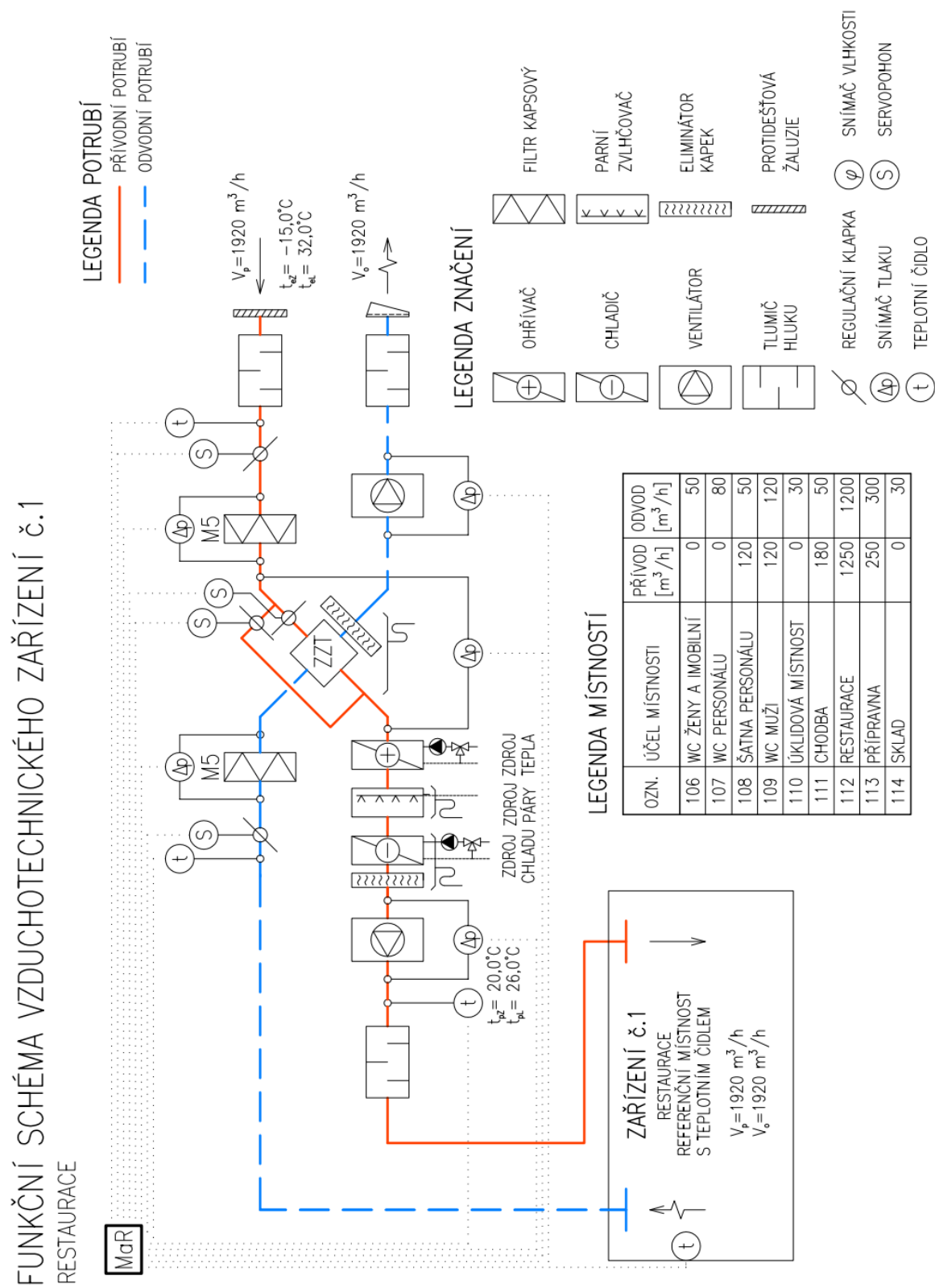
11.11 MONTÁŽ, PROVOZ A OBSLUHA ZAŘÍZENÍ

Montáž vzduchotechnických zařízení bude provedena odbornou firmou podle návodu výrobce. Montáž jednotek klimatizace a rozvodů chladiva bude provedena odbornou firmou podle návodu výrobce. Zřízení budou po montáži odzkoušena a zregulována. Obsluha zařízení musí být proškolená. Údržba musí být prováděna pravidelně a podle výrobce.

11.12 ZÁVĚR

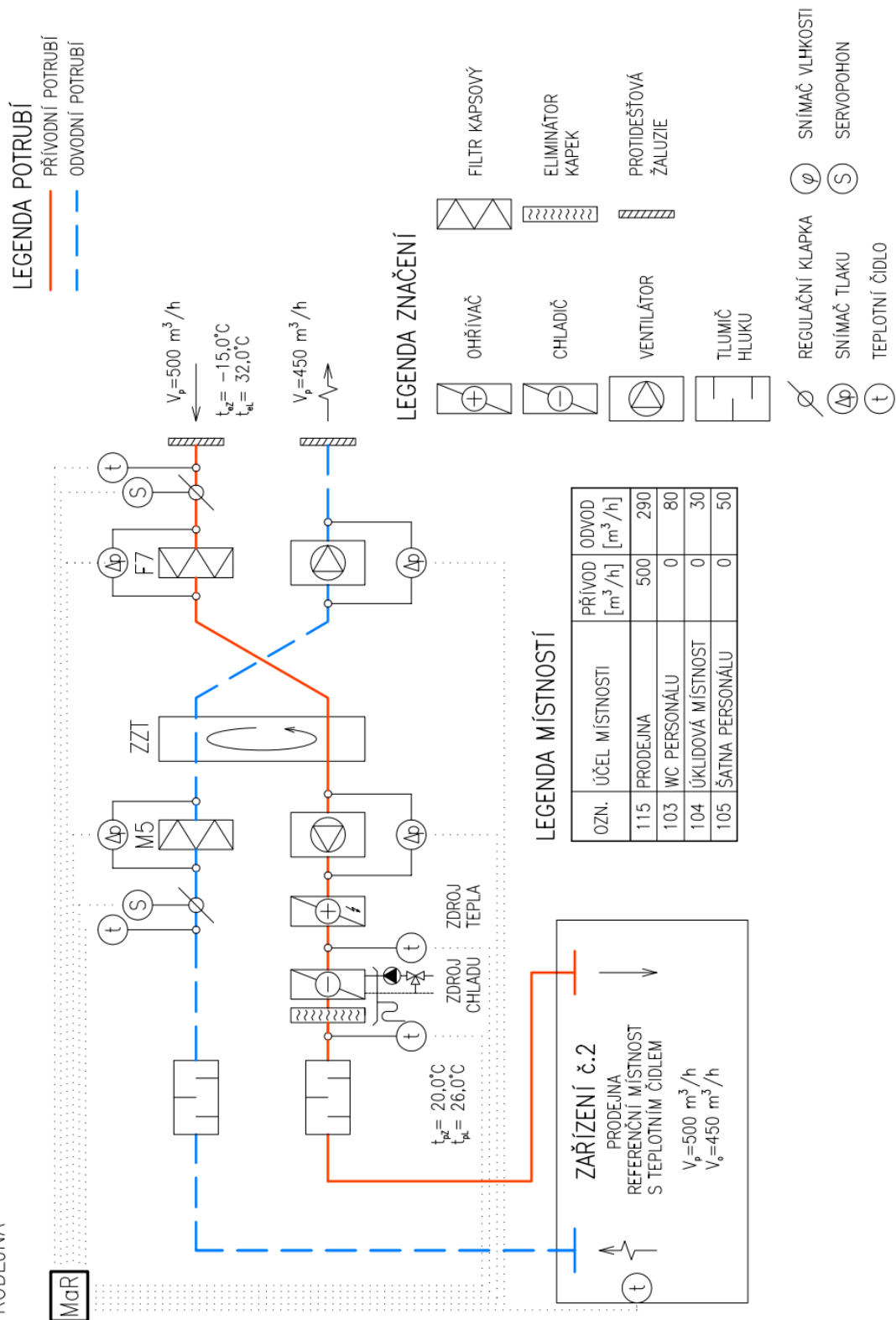
Navržená vzduchotechnická a klimatizační zařízení splňují požadavky na tepelnou pohodu a hospodárnost provozu.

11.13 FUNKČNÍ SCHÉMA



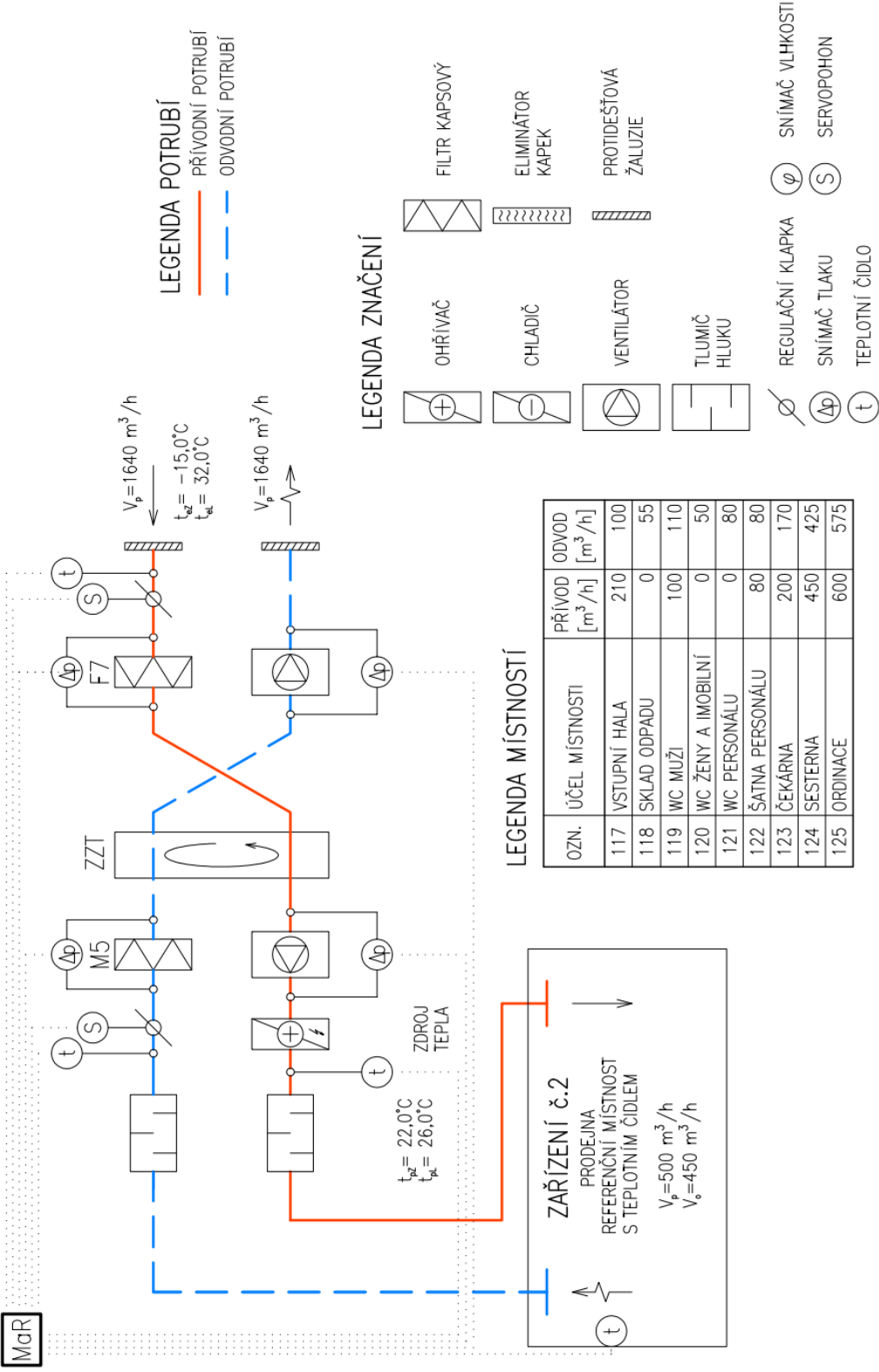
Obrázek 33 - Funkční schéma zařízení č.1

FUNKČNÍ SCHÉMA VZDUCHOTECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ č.2 PRODEJNA



Obrázek 34 - Funkční schéma zařízení č.2

FUNKČNÍ SCHÉMA VZDUCHOTECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ č.2 ZDRAVOTNICKÉ ZAŘÍZENÍ



Obrázek 35 - Funkční schéma č.3

11.14 TECHNICKÁ SPECIFIKACE

SO 01 MULTIFUNKČNÍ OBJEKT

D.1.4 TECHNIKA PROSTŘEDÍ STAVEB

D.1.4.1VZDUCHOTECHNIKA

D.1.4.1.02 TECHNICKÁ SPECIFIKACE

DOKUMENTACE PRO PROVÁDĚNÍ STAVBY

Zařízení č.1 - Restaurace				
1.	Remak	Vzduchotechnická jednotka AeroMaster XP 04; 1920m3/h ; 19,82kW;	ks	1
1.01	Remak	Deskový rekuperátor XPMK 04/BPW (SV-70/C-54,5-Optim); účinnost 76%	ks	1
1.02	Remak	Odvodní ventilátor XPVP 250-0,75/J2 (IE2); 1920m3/h; 402Pa; 0,33kW; 3x400V	ks	1
1.03	Remak	Stříška Jednotky	kpl	1
1.04	Remak	Přívodní kapsový filtr M5 XPNH 04/5 (K) ECOD	ks	1
1.05	Remak	Přívodní klapka LK 500-450	ks	1
1.06	Remak	Základový rám	ks	
1.07	Remak	Odvodní kapsový filtr M5 XPNH 04/5 (K) ECOD	ks	1
1.08	Remak	Odvodní klapka LK 500-450	ks	1
1.09	Remak	Odvodní tlumící vložka DV 500-450	ks	1
1.10	Remak	neobsazeno	ks	-
1.11	Remak	neobsazeno	ks	-
1.12	Remak	Vodní chladič XPND 04/4R; 8,8kW	ks	1
	Remak	Eliminátor kapek XPNU 04		-
1.13	Remak	Přívodní ventilátor XPVP 250-0,75/J2 (IE2); 1920m3/h; 656Pa; 0,5kW; 3x400V	ks	1
1.14	Remak	neobsazeno	ks	-
1.15	Remak	Přívodní tlumící vložka DV 500-450	ks	1
1.16	Remak	Vodní ohřívač XPNC 04/1R; 5,5 Kw	ks	1
1.17	Remak	Zvlhčovač parní CA-UE 8/60B; 6kW	ks	1
1.18	M-art	Tlumič hluku THKU.630.500.1000-3 3X KTH.100.500.1000	ks	1
1.19	M-art	Tlumič hluku THKU.630.450.1000-3 3X KTH.100.450.1000	ks	1
1.20	M-art	Tlumič hluku THKU.800.450.1000-3 3X KTH.100.450.1000	ks	1
1.21	Systemair	Protidešťová žaluzie PZAL-630x500-S	ks	1
	Systemair	Montážní rám UR-630x500-PZ	ks	1
1.22	M-art	Koncové koleno 30° se sítí proti hmyzu 800x450mm	ks	1

1.23	M-art	Regulační klapka KU.100; průměr 100m	ks	10
1.24	M-art	Regulační klapka KU.160; průměr 160m	ks	4
1.25	M-art	Regulační klapka KU.200; průměr 200m	ks	5
1.26	M-art	Regulační klapka KU.250; průměr 250m	ks	3
1.27	Systemair	Kruhový odvodní ventil Balance-E 100	ks	10
1.28	Systemair	Kruhový přívodní ventil Balance-S 160	ks	5
1.29	Systemair	Vířivá vyúst' VVKR-A-S-600-24C-B-RAL9005	ks	4
1.30	Systemair	Vířivá vyúst' VVKR-A-S-600-40-R-RAL9005	ks	3
1.31	Systemair	Vířivá vyúst' VVKR-A-S-600-16-B-RAL9005	ks	1
1.32	Systemair	Vířivá vyúst' VVKR-A-S-600-16-R-RAL9005	ks	1
1.33	Elektrodesign	Ohebná hadice Sonoflex M0 - 102	bm	10
1.34	Elektrodesign	Ohebná hadice Sonoflex M0 - 160	bm	4
1.35	Elektrodesign	Ohebná hadice Sonoflex M0 - 203	bm	5
1.36	Elektrodesign	Ohebná hadice Sonoflex M0 - 254	bm	3
SPIRO potrubí z pozinkovaného plechu				
1.40	M-art	průměr 100mm / 7% tvarovek	bm	15,6
1.41	M-art	průměr 125mm / 10% tvarovek	bm	1,7
1.42	M-art	průměr 160mm / 14% tvarovek	bm	12,2
1.43	M-art	průměr 200mm / 11% tvarovek	bm	14,0
1.44	M-art	průměr 250mm / 8% tvarovek	bm	7,9
1.45	M-art	průměr 280mm / 17% tvarovek	bm	8,7
1.46	M-art	průměr 315mm / 15% tvarovek	bm	5,6
1.47	M-art	průměr 355mm / 12% tvarovek	bm	3,9
1.48	M-art	průměr 400mm / 40% tvarovek	bm	13,1
Čtyřhranné ocelové potrubí sk. I				
1.49	M-art	do obvodu: 2630mm / 100% tvarovek	bm	4
Tepelné izolace				
1.50	Rockwool	Techrock 40 ALS tl.40mm	m ²	0,7
1,51	Rockwool	Techrock 60 ALS tl.60mm	m ²	1,6
Zařízení č.2 - Proddejna				
2.01	Systemair	VZT jednotka Topvex FR03 EL-L-CAV; 500m3/h	ks	1
2.02	Systemair	Vodní chladič DXRE 40-20-3-2,5	ks	1
	Systemair	Eliminátor kapek DE 400x200	ks	1
2.03	Greif	Tlumič kruhový GD L=1000mm	ks	2
2.04	Systemair	Uzavírací klapka se servopohonem EFD/S 315	ks	2
2.05	Systemair	Protidešťová žaluzie PZAL-355x355-S	ks	2
	Systemair	Montážní rám UR-355x355-PZ	ks	1

2.06	M-art	Regulační klapka KU.100; průměr 100m	ks	5
2.07	M-art	Regulační klapka KU.200; průměr 200m	ks	3
2.08	Systemair	Kruhový odvodní ventil Balance-E 100	ks	5
2.09	Systemair	Vířivá vyúst VVKR-A-S-600-16-B-RAL9005	ks	2
2.10	Systemair	Vířivá vyúst VVKR-A-S-600-16-R-RAL9005	ks	1
2.11	Elektrodesign	Ohebná hadice Sonoflex M0 - 102	bm	4
2.12	Elektrodesign	Ohebná hadice Sonoflex M0 - 203	bm	2,1
SPIRO potrubí z pozinkovaného plechu				
2.15	M-art	průměr 100mm / 8% tvarovek	bm	4,7
2.16	M-art	průměr 125mm / 12% tvarovek	bm	4,2
2.17	M-art	průměr 200mm / 14% tvarovek	bm	18,7
2.18	M-art	průměr 315mm / 44% tvarovek	bm	15,9
Čtyřhranné ocelové potrubí sk. I				
2.19	M-art	do obvodu: 1500mm / 100% tvarovek	bm	3
Tepelné izolace				
2.20	Isover	ML-3 tl.40mm	m ²	4,0
Zařízení č.3 - Zdravotnické zařízení				
3.01	Systemair	VZT jednotka Topvex FR06 EL-L-CAV; 1640m ³ /h	ks	1
3.02	Greif	Tlumič kruhový GDE L=1000mm	ks	4
3.03	Systemair	Uzavírací klapka se servopohonem EFD/S 400	ks	2
3.04	Systemair	Protidešťová žaluzie PZAL-450x450-S	ks	2
	Systemair	Montážní rám UR-450x450-PZ	ks	1
3.05	M-art	Regulační klapka KU.100; průměr 100m	ks	7
3.06	M-art	Regulační klapka KU.125; průměr 125m	ks	1
3.07	M-art	Regulační klapka KU.160; průměr 160m	ks	6
3.08	M-art	Regulační klapka KU.200; průměr 200m	ks	4
3.09	M-art	Regulační klapka KU.250; průměr 250m	ks	1
3.10	Systemair	Kruhový odvodní ventil Balance-E 100	ks	7
3.11	Systemair	Kruhový přívodní ventil Balance-S 125	ks	1
3.12	Systemair	Kruhový přívodní ventil Balance-S 160	ks	5
3.13	Systemair	Kruhový odvodní ventil Balance-E 160	ks	1
3.14	Systemair	Kruhový odvodní ventil Balance-E 200	ks	1
3.15	Systemair	Vířivá vyúst VVKR-A-S-625-24C-B-RAL9005	ks	1
3.16	Systemair	Vířivá vyúst VVKR-A-S-625-24C-R-RAL9005	ks	1
3.17	Systemair	Vířivá vyúst VVKR-A-S-625-54-B-RAL9005	ks	1
3.18	Systemair	Vířivá vyúst VVKR-A-S-625-40-R-RAL9005	ks	1

3.19	Elektrodesign	Ohebná hadice Sonoflex M0 - 102	bm	5
3.20	Elektrodesign	Ohebná hadice Sonoflex M0 - 127	bm	0,7
3.21	Elektrodesign	Ohebná hadice Sonoflex M0 - 160	bm	4,2
3.22	Elektrodesign	Ohebná hadice Sonoflex M0 - 203	bm	2,8
3.23	Elektrodesign	Ohebná hadice Sonoflex M0 - 254	bm	0,7
SPIRO potrubí z pozinkovaného plechu				
3.25	M-art	průměr 100mm / 0% tvarovek	bm	2,0
3.26	M-art	průměr 125mm / 9% tvarovek	bm	3,5
3.27	M-art	průměr 160mm / 7% tvarovek	bm	14,6
3.28	M-art	průměr 200mm / 23% tvarovek	bm	20,8
3.29	M-art	průměr 250mm / 24% tvarovek	bm	12,2
3.30	M-art	průměr 280mm / 8% tvarovek	bm	4,6
3.31	M-art	průměr 315mm / 25% tvarovek	bm	3,3
3.32	M-art	průměr 355mm / 30% tvarovek	bm	15,3
3.33	M-art	průměr 400mm / 45% tvarovek	bm	9,2
Čtyřhranné ocelové potrubí sk. I				
3.34	M-art	do obvodu: 1890mm / 100% tvarovek	bm	2
Tepelné izolace				
3.35	Isover	ML-3 tl.40mm	m ²	5,1

12. POUŽITÉ ZDROJE

1. blueteam. *Historie klimatizace*. [Online] [Citace: 19. květen 2017.] <http://www.blueteam.cz/klimatizace-a-chlazení/historie-klimatizace.html>.
2. **Chyský, Jaroslav a kolektiv, Karel Hemzal.** *Větrání a klimatizace*. Praha : autor neznámý, 1993. str. 420 str. Sv. 31. ISBN: 80-901574-0-8.
3. **Günter Gebauer, Olga Rubinová, Helena Horká.** *Vzduchotechnika 2. vydání*. Brno : Era group, spol s.r.o., 2007. str. 262 str. ISBN: 978-80-7366-091-8.
4. **Marta Székyová, Karol Ferstl, Richard Nový.** *Větrání a klimatizace*. Bratislava : autor neznámý, 2006. ISBN: 80-8076-037-3.
5. ČSN 73 0548 Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů. 1986.
6. Systemair, a.s. *Balance-S*. [Online] [Citace: 20. květen 2017.] <https://www.systemair.com/cz/Ceska/Products/distribucni-elementy/ventily/privodni-plastove-ventily/balance-s/balance-s-160/>.
7. Systemair, a.s. *Balance-E*. [Online] [Citace: 20. květen 2017.] <https://www.systemair.com/cz/Ceska/Products/distribucni-elementy/ventily/plastove-odvodni-ventily/balance-e/balance-e-100/>.
8. REMAK, a.s. *AeroCAD*. [Online] [Citace: 21. květen 2017.] <http://www.remak.eu/cs/aerocad>.
9. Systemair, a.s. *Podstropní jednotky*. [Online] [Citace: 11. květen 2017.] <https://www.systemair.com/cz/Ceska/Products/vzduchotechnicke-jednotky/kompaktni-vzt-jednotky/podstropni-jednotky/>.
10. ENKO group. *Kazetová jednotka Cassette geko*. [Online] http://gea.i-clima.eu/subory/pdf/2/cassette-geko_p.pdf.
11. Systemair, a.s. *PZ Protidešťová žaluzie*. [Online] [Citace: 20. květen 2017.] https://www.systemair.com/globalassets/websites/cz/katalogy/katalog_pz_cz_rev.02.pdf.
12. Systemair, a.s. *VVKR-A Vířivé anemostaty*. [Online] [Citace: 20. květen 2017.] https://www.systemair.com/globalassets/websites/cz/katalogy/cenik_adp_rev07.pdf.

13. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ

Fyzikální veličiny

c	– měrná tepelná kapacita ($\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)
d	průměr potrubí (mm)
h	– měrná entalpie ($\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$)
L	hladina akustického tlaku (dB)
m	– hmotnostní průtok ($\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$)
n	– násobnost výměny vzduchu (h^{-1})
p	tlak (Pa)
P	jmenovitý elektrický příkon (W)
q	jmenovitý průtok ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
Q	tepelný výkon (W)
R	měrná tlaková ztráty ($\text{Pa} \cdot \text{m}^{-1}$)
S	– plocha (m^2)
t	– čas (s), teplota ($^{\circ}\text{C}$)
U	součinitel prostupu tepla ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$)
v	– rychlost ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)
V	– objemový průtok ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$); ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
x	– měrná vlhkost ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)
Z	tlaková ztráta místními odpory (Pa)
α	součinitel přestupu tepla ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$)
ε	– efektivita [-]
λ	tepelná vodivost ($\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)
ξ	součinitel vřazených odporů (-)
ρ	– hustota ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)
η	účinnost (-)
Θ	teplota ($^{\circ}\text{C}$)
ϕ	– relativní vlhkost (%)

Indexy

c	– škodliviny
i	– interiér
o	– odvodní / odpadní
p	– přívod / pracovní
pdl	– podlaha

14. SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Seznamy obrázků tabulek a grafů se generují automaticky podle titulků v textu.

Obrázky

Obrázek 1 - Vynálezce klimatizace Willis Carrier [1]	21
Obrázek 2 - Obrácený Carnotův cyklus ve dvoufázové látce	23
Obrázek 3 - Carnotův obrácený cyklus v t-s diagramu.....	24
Obrázek 4 - Carnotův obrácený cyklus v ln(p)-h diagramu	24
Obrázek 5 - Lorenzův porovnávací chladicí oběh v diagramu T-s [1]	24
Obrázek 6 - Clausius - Rankinův cyklus	25
Obrázek 7 - C-Rankinův cyklus v ln(p)-h diagramu [2].....	25
Obrázek 8 - C-Rankinův cyklus v T-s diagramu.....	25
Obrázek 9 - Závislost teploty varu pracovní látky oběhu na tlaku [4].....	26
Obrázek 10 - Diagramy T-s a ln p-h, základní termodynamické procesy [4].....	26
Obrázek 11 - Diagram ln p-h, charakteristické oblasti [4].....	27
Obrázek 12 - Schéma základního zapojení parního kompresorového chladicího zařízení [4]	28
Obrázek 13 - Schéma skutečného parního kompresorového oběhu	28
Obrázek 14 - Schéma skutečného parního kompresorového oběhu v ln p-h diagramu	29
Obrázek 15 - Jednostupňový parní oběh s podchlazením kapalné fáze v ln p-h diagramu	30
Obrázek 16 - Jednostupňový parní oběh s podchlazením kapalné fáze	30
Obrázek 17 - Jednostupňový parní oběh s vnitřním výměníkem tepla	31
Obrázek 18 - Jednostupňový parní oběh s vnitřním výměníkem tepla ln p-h diagram.....	31
Obrázek 19 - Dvoustupňové zapojení se středotlakou neprůchozí nádobou	32
Obrázek 20 - dvoustupňové zapojení se středotlakou neprůchozí nádobou ln p-diagram.....	32
Obrázek 21 - Rozdělení na funkční celky	40
Obrázek 22 - typy zadaných konstrukcí.....	42
Obrázek 23 - Předběžný návrh vířivých vyústek [12].....	50
Obrázek 24 - Čelní pohled na vířivou vyústku a umístění v pohledu [12]	51
Obrázek 25 - Návrhové diagramy vířivé vyústky	51
Obrázek 26 - Přívodní a odvodní talířový ventili [13]I [11].....	51
Obrázek 27 - Diagram přívodního talířového ventilu [5]	52
Obrázek 28 - - Diagram odvodního talířového ventilu [6]	52
Obrázek 29 - Dimenzační schéma	54

Obrázek 30 - Fancoil [7]	68
Obrázek 31 - Návrhové podklady pro fancoily [7]	68
Obrázek 32 - Funkční schéma zařízení č.1	94
Obrázek 33 - Funkční schéma zařízení č.2	95
Obrázek 34 - Funkční schéma č.3.....	96

Tabulky

Tabulka 1 - Prostorové parametry	39
Tabulka 2 - Součinitele prostupu tepla zadaných konstrukcí	41
Tabulka 3 - Tepelná ztráta místnost č. 115	43
Tabulka 4 - Tepelná zátěž	48
Tabulka 5 - Průtoky vzduchu a tlakové poměry	49
Tabulka 6 - Návrh všech distribučních elementů	53
Tabulka 7 - Dimenzování zařízení č.1 sací potrubí	55
Tabulka 8 - Dimenzování zařízení č.1 výtlačné potrubí.....	56
Tabulka 9 - Dimenzování zařízení č.2 sací potrubí	57
Tabulka 10 - Dimenzování zařízení č.2 výtlačné potrubí	58
Tabulka 11 - Dimenzování zařízení č.3 sací potrubí	59
Tabulka 12 - Dimenzování zařízení č.3 výtlačné potrubí	60
Tabulka 13 - Rekapitulace tlakových ztrát	60
Tabulka 14 - Návrh fancoilů	69
Tabulka 15 - Útlum hluku v zařízení č.1 přívod -výtlač.....	71
Tabulka 16 - Tepelné izolace.....	72
Tabulka 17 - Vnitřní prostředí.....	78
Tabulka 18 - Tepelná zátěž, vlhkostní zisky	81

15. SEZNAM PŘÍLOH

A. PŘÍLOHY

- A.1 Tepelné ztráty
- A.2 Tepelné zisky
- A.3 Útlum hluku
- A.4 Zařízení č.1
- A.5 Zařízení č.2
- A.6 Zařízení č.3

B. PŘÍLOHY

- D.1.4.1.03 PŮDORYS 1NP
- D.1.4.1.04 ŘEZY ZAŘÍZENÍ č.1
- D.1.4.1.05 ŘEZY ZAŘÍZENÍ č.2
- D.1.4.1.06 ŘEZY ZAŘÍZENÍ č.3